

ISSN 0044-3948

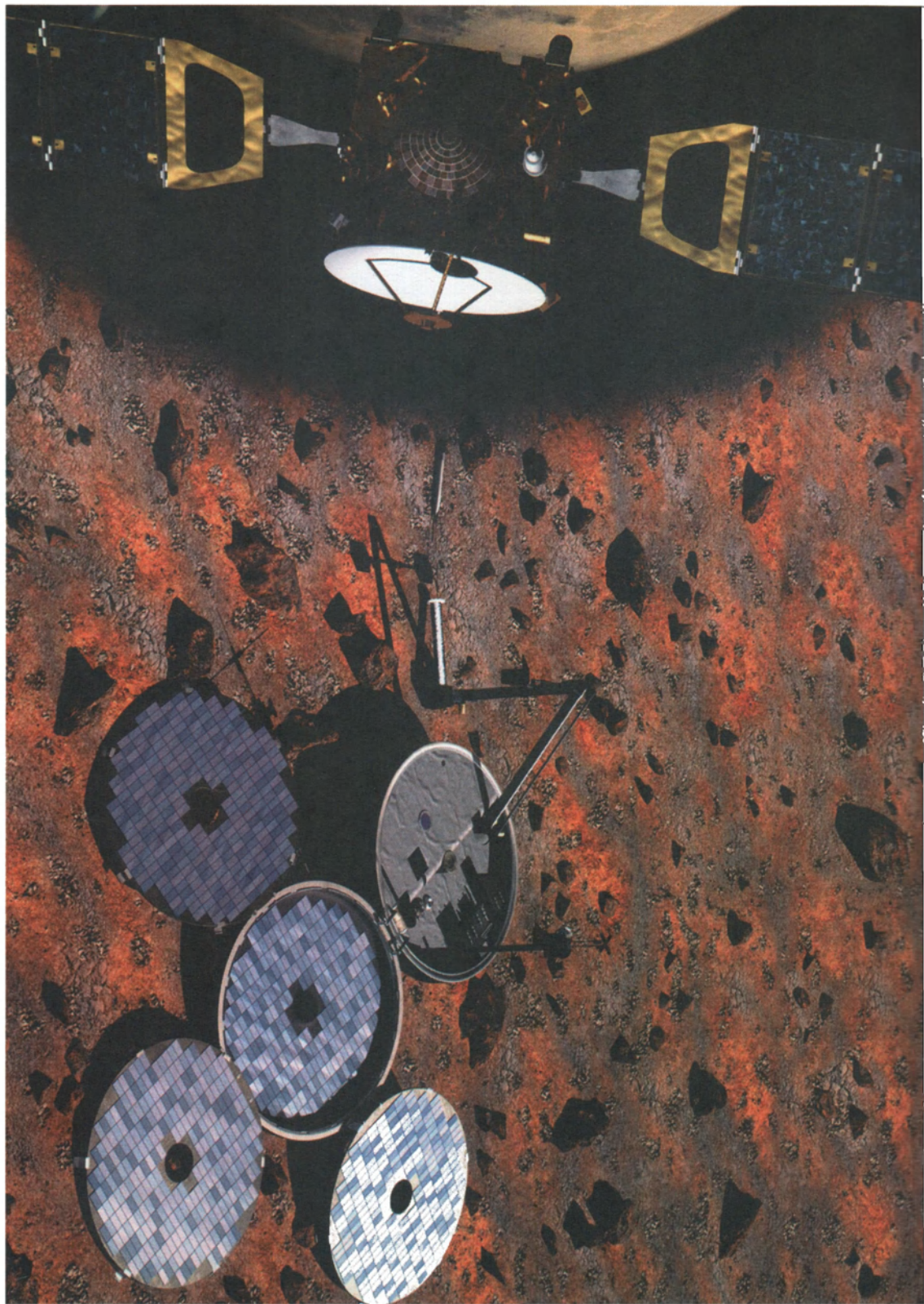
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАЙ-ИЮНЬ

3/2001





Научно-популярный журнал
Российской академии наук и
Астрономо-геодезического
общества
Издается с января
1965 года
Выходит 6 раз в год
Академиздатцентр
“Наука”
Москва

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

3/2001



Новости науки и другая информация:

Солнце в ноябре 2000 г. – январе 2001 г. [20]; Самая массивная спиральная галактика [22]; Рождение звезд в пылевом облаке [39]; Двойные астероиды [55]; Звезды и туманности в Южной Короне [58]; Найдите сами сигналы разума в Космосе! [65]; Проекты межпланетных станций с солнечными парусами [81]; “Черные пауки” и “темные веера” на Марсе [85]; Как объяснить “следы жизни” на Марсе [89]; ОБТ взвесил невидимую материю? [102]; Вселенная была горячее [105]; Новые книги [109, 111]; Металлы в галактиках [109]; Проект европейской марсианской станции [110]; Спектры отдельных звезд в других галактиках [111]

В номере:

- 3 ФРИДМАН А.М., ХОРУЖИЙ О.В. Новые структуры в галактиках: предсказания и открытия
- 12 ЛЕВИН Б.В. Ядро Земли – дирижер сейсмической активности?

ЭКОЛОГИЯ

- 23 БОНДАРЕВ Л.Г. Судьба российских лесов

ЛЮДИ НАУКИ

- 33 Александр Алексеевич Боярчук (к 70-летию со дня рождения)
- 40 ДЕЕВ М.Г. Эдуард Васильевич Толль

К 40-ЛЕТИЮ ПОЛЕТА Ю.А. ГАГАРИНА

- 47 ГЕРАСЮТИН С.А., ЛЕВИТАН Е.П. Отечественные космонавты (продолжение)

ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

- 56 ЧАШЕЙ И.В. 10 лет Астрономическому центру

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

- 59 КАЗАКЕВИЧ Г.И. И.А. ЕФРЕМОВ: космос, разум, красота

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 66 ГАВРИЛОВ М.Г. Четвертая Международная астрономическая олимпиада

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 71 СОКОЛОВ В.Е. От “Спирали” до проекта “МАКС”
- 82 ЯЗЕВ С.А., ЗУЕВ Э.Г. Судьба телескопа

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 86 ГИВИШВИЛИ Г.В. Какова роль человека во Вселенной?

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 90 Небесный календарь: июль–август 2001 г.

НЕОБЫЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДЫ

- 95 СЕМЕНОВ А.И., ШЕФОВ Н.Н. Свечение верхней атмосферы Земли

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 103 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., ГАБСАТАРОВА И.П. На границе веков (декабрь 2000 г.–январь 2001г.)

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 106 МИКИША А.М., НОВИКОВА Е.С. XXV том “Историко-астрономических исследований”

108 ОТВЕТЫ НА ПИСЬМА ЧИТАТЕЛЕЙ



© Академиздатцентр “Наука”
Российская академия наук
журнал “Земля и Вселенная” № 3, 2001 г.

Zemlya i Vseennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per, 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 1 обложки: комплекс молодых звезд и туманностей RCW 108 в созвездии Жервеника. В центре – туманность IRAS 16362-4845 на фоне темной пылевой туманности. Снимок – композиция из примерно 600 отдельных изображений, отснятых в феврале 2000 г. через инфракрасные фильтры на длинах волн 1,25 мкм, 1,65 мкм и 2,2 мкм – получен на 3.58-м Телескопе Новых Технологий Европейской Южной Обсерватории на горе Ла Силья в Чили с помощью инфракрасной камеры SOFI (к стр. 39).

На стр. 2 обложки: AMC "Mars Express" для исследования Марса в 2003–05 гг. (европейский проект): сверху – орбитальный отсек станции, внизу – английский посадочный аппарат "Beagle-2". Рис. ESA (к стр. 110).

На стр. 3 обложки: сверху – разрез Земли. Показано положение барицентра системы Земля – Луна и смещение внутреннего ядра, вызывающее изменение наклона оси вращения Земли (к ст. Б.В. Левина); внизу – фотографии полярного сияния. Из коллекции университета Аляски, г. Фербенкс (к ст. А.И. Семенова, Н.Н. Шефова).

На стр. 4 обложки: часть комплекса молодых звезд и газовых облаков у звезды R CrA (R Южной Короны) – одного из ближайших к нам районов активного звездообразования, в 500 св. годах от Солнца. На верхнем краю – звезда R CrA, давшая название комплексу. В левой нижней части – темная туманность, существование которой подтверждается резким уменьшением числа звезд в этом месте. Диффузное пятно над ней – объекты Хербига – Аро. Снимок получен 30 августа 2000 г. на 2.2-м телескопе Европейской Южной Обсерватории на горе Ла Силья в Чили. Композиция из нескольких изображений, сделанных в синем, зеленом и красном цвете (4 экспозиции по 5 мин в каждом цвете) (к стр. 58).

In this issue:

3 FRIDMAN A.M., KHORUZHYY O.V. The News Structures in the Galaxies: Prognostics and Discoveries

12 LEVIN B.V. The Earth's Core – is a conductor of the Seismic Activity?

ECOLOGY

23 BONDAREV L.G. Destiny of the Russian Forests

PEOPLE OF SCIENCE

33 Alexander Alekseevich Boyarchuck (70 years of birthday)

40 DEEV M.G. Eduard Vasilievitch Toll

FORTY YEARS OF THE FLIGHT YU.A. GAGARIN

47 GERASIUTIN S.A., LEVITAN E.P. Russian cosmonauts

OBSERVATORIES, INSTITUTES

56 CHASHEY I.V. Ten years of the Astrospace Center

PROBLEMS OF PHILOSOPHY

59 KAZAKEVITCH G.I. I.A. EFREMOV: Cosmos, Intellect, Beauty

ASTRONOMICAL EDUCATION

66 GAVRILOV M.G. IV International Olympiad

HISTORY OF SCIENCE

71 SOKOLOV V.E. From "Spiral" to the Project "MAKS"

82 YAZEV S.A., ZUEV E.G. The Fortune of the Telescope

HYPOTHESIS, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

86 GIVISHVILI G.V. What is the Role of the Man in Universe?

AMATEUR ASTRONOMY

90 Celestial Calendar: July – August 2001

UNUSUAL NATURAL PHENOMENA

95 SEMENOV A.I., SHEFOV N.N. The Luminescence of Upper Atmosphere of the Earth

CHRONICLE OF SEISMICITY OF THE EARTH

103 STAROVOIT O.E., TCHEPKUNAS L.S., GABSATAROVA I.P.
On the Frontier of the Centuries (December 2000 – January 2001)

BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

106 MIKISHA A.M., NOVIKOVA E.S. XXV Volume "History-Astronomical Research"

108 ANSWERS ON THE LETTERS OF WRITERS

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН

доктор психол. наук Ю.Н. ГЛАЗКОВ, доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН, доктор физ.-мат. наук И.А. КЛИМИШИН, доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО, доктор физ.-мат. наук И.Н. МИНИН, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ, член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСЧЕР, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ, доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук Г.М. ТОВМАСЯН, доктор филос. наук А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАШУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Новые структуры в галактиках: предсказания и открытия

А.М. ФРИДМАН,
академик РАН

О.В. ХОРУЖИЙ,
кандидат физико-математических наук
Институт астрономии РАН



Один из авторов публикуемой ниже статьи, Алексей Максимович Фридман, недавно был избран действительным членом Российской академии наук. (Редколлегия и редакция журнала "Земля и Вселенная" в свое время поздравила А.М. Фридмана с этим событием.)

Алексей Максимович Фридман – астрофизик, заведующий отделом физики звездных и планетных систем Института астрономии РАН, один из создателей современной

теории гравитирующих систем. Им создана линейная теория устойчивости фигур равновесия гравитирующих систем и заложены основы их нелинейной динамики, открыт новый класс неустойчивостей гравитирующей среды, названных "неджинсовскими". А.М. Фридман впервые показал, что стационарные нелинейные возмущения в гравитирующих дисках могут трансформироваться в "бесстолкновительные" ударные волны. Построенная им теория слабой турбулентности в астрофизических дисках объясняет спектр турбулентности, наблюдаемый в солнечной окрестности, и корреляции параметров газовых облаков. Им выявлены новые механизмы релаксации распределения звезд. А.М. Фридман построил теорию переноса в кольцах планет, что позволило ему вычислить орбиты спутников Урана, открытых впоследствии. В последние годы под его руководством на базе 6-м телескопа САО открыты



предсказанные им ранее новые структуры в галактиках – гигантские циклоны и антициклоны, причем для обработки наблюдений использован созданный им метод восстановления трехмерного поля скоростей звезд по наблюдаемым лучевым скоростям.

А.М. Фридман – автор более 200 опубликованных научных работ, в том числе четырех монографий. Среди его учеников 9 профессоров и докторов наук, 10 кандидатов наук.



Галактика М51 (созвездие Гончих Псов) со спутником на конце спиральной ветви, первая, в которой была обнаружена спиральная структура.

В последние годы XX в. предсказаны и открыты гигантские вихри (антициклоны и циклоны) в спиральных галактиках. В 2000 г. обнаружены медленные бары.

Если взять в руки любую популярную книгу по астрономии, то, скорее всего, на ее обложке окажется изображение спиральной галактики. В течение полутора столетий с момента открытия спиральные рукава галактик поражают своей формой и загадочностью происхождения.

В 1845 г. лорд Росс в своем родовом имении Бёр-Касл в Ирландии спроектировал и построил 183-см рефлектор с фокусным расстоянием 17 м, долго остававшийся самым большим телескопом в мире. При наблюдениях на этом телескопе он впервые обнаружил и описал **спиральную структуру** многих туманностей. В течение последующих семи десятилетий природа этих небесных объектов оставалась неизвестной. Большинство ученых считало их принадлежащими нашей звездной сис-

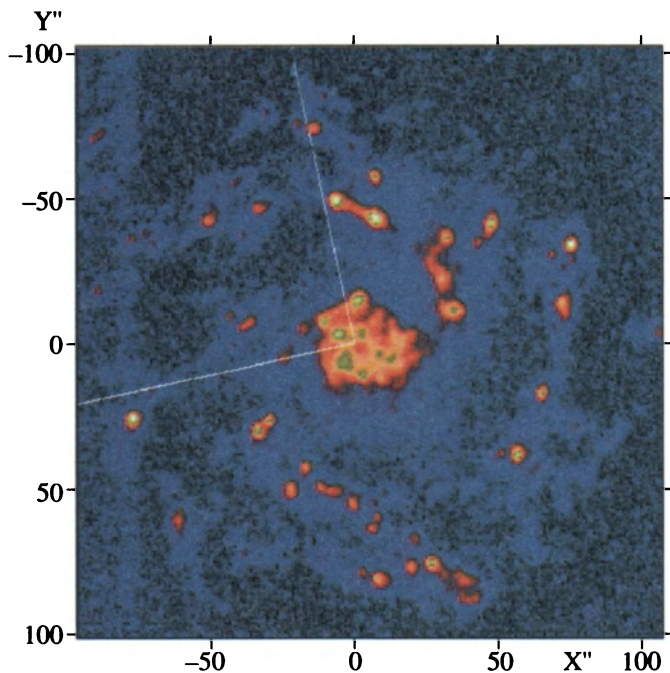
теме — Млечному Пути. Лишь в 1924 г. Эдвин Хаббл с помощью крупнейшего по тем временам телескопа (диаметр зеркала 2.5 м) обсерватории Маунт Вилсон (США) окончательно установил, что туманности, в которых Росс обнаружил спиральную структуру, на самом деле звездные «острова Вселенной», подобные нашему Млечному Пути.

Примерно в это время в своей известной книге «Астрономия и космология» Джеймс Джинс писал, что, по его мнению, «*в спиральных туманностях действуют совершенно неизвестные нам силы*», и только этим можно объяснить «*неудачу при попытках понять происхождение спиральных ветвей*». И еще: «*Пока спиральные ветви остаются необъясненными, невозможно чувствовать доверие к любым предположениям и гипотезам, касающимся других особенностей туманностей*».

Основная трудность состояла в том, что галактические диски, в плоскости которых расположены **спиральные рукава**, вращаются дифференциально: с удалением от центра галактики угловая скорость вращения падает, причем в основной области диска ее **уменьшение** обратно пропорционально радиусу. Следовательно,



Галактика NGC 318 – нет ни спутника, ни бара, т.е. нет видимой причины, вызвавшей появление спиральных ветвей.



Галактика NGC 3631, сфотографированная в линии H_α на 6-м телескопе БТА Специальной астрофизической обсерватории. Хорошо заметны области звездообразования в спиральных рукавах.

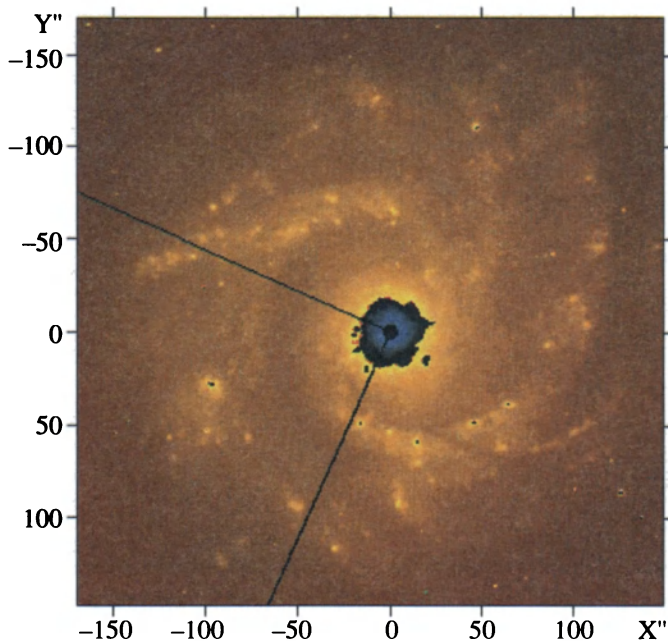
если бы спиральные рукава — уплотнения из газа и молодых звезд — вращались, как и газовый диск, в котором они находятся, то со временем они растянулись бы настолько, что

за 1–2 оборота диска галактики спиральный узор был бы с трудом различим на ее фоне (Земля и Вселенная, 1984, № 3). А ведь наша Галактика, например, совершила уже по-

рядка 100 оборотов, сохраняя четко выраженную спиральную структуру!

В 1938 г. шведский астроном Бертил Линдblad предположил, что **спиральные рукава галактик** — это **волны плотности**. Волновой фронт вращается с постоянной угловой скоростью. Поэтому в дифференциально вращающемся диске никакого "растяжения" волны нет. Позже волновая теория спиральных рукавов Б. Линдблада была перетворена и существенно развита Ц. Лином и Ф. Шу (США) с сотрудниками. В настоящее время представление о природе спиральных рукавов как волновой общепринято.

Что же могло послужить причиной возбуждения волн плотности в галактическом диске? Иногда ее можно усмотреть в галактике-спутнике, как, например, в случае галактики M51, иногда в массивном центральном баре (звездном эллипсоиде, расположенном в центральной части галактики),



Галактика NGC 3631 в инфракрасных лучах. Она расположена почти плашмя (17°). Видны два спиральных рукава, делающие примерно пол-оборота. Снимок получен на 1-м телескопе им. Я. Каптейна (Канарские острова).

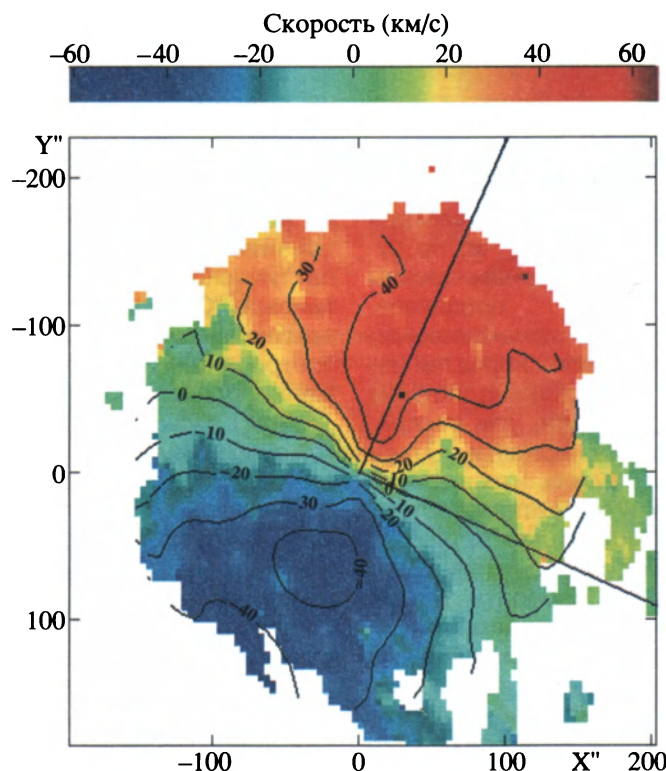
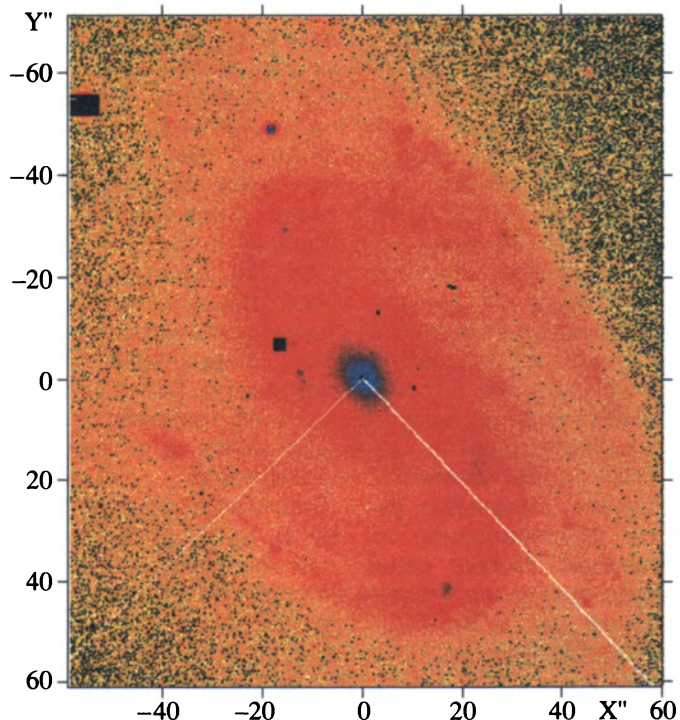
Галактика NGC 157 – первая, в которой был обнаружен медленный бар. Самые яркие участки – области активного звездообразования. Снимок (в инфракрасных лучах) получен на 3.8-м Британском инфракрасном телескопе, Гавайи.

как в NGC 1365. Но, по крайней мере, в половине случаев, как, например, в NGC 318, нет никакой видимой причины, вызывающей развитие спиральной структуры.

Трудно поверить, что столь правильная структура могла возникнуть в галактическом диске в результате его неустойчивости. А между тем это так, и таких неустойчивостей – две. Одна из них – **гравитационная**. Она приводит к увеличению плотности газа в областях спиральных рукавов за счет сил притяжения. Другая неустойчивость – **гидродинамическая**, рождающая спиральную волну плотности подобно тому, как ветер вызывает волны на поверхности воды или изгибы развивающегося знамени.

Наблюдая за пенистыми гребнями морских волн,

Поле лучевых скоростей галактики NGC 3631 в системе координат центра галактики, определенное по снимкам на 6-м телескопе САО, сделанным в линии H_α . (Положительные значения скорости имеют удаляющиеся части галактики.) Угол наклона плоскости галактики невелик (17°), поэтому перепад лучевых скоростей сравнительно небольшой. По наблюдаемым лучевым скоростям восстанавливается трехмерное поле скоростей внутри диска галактики.



трудно установить природу процессов, их вызывающих. Еще сложнее сделать это по фотографии, запечатлевшей только один момент жизни волны. Но ведь именно такая проблема возникает при исследовании волн плотности в галактиках. Обычное время обращения галактических дисков – около ста миллионов лет. Попробуйте представить себе, сколько веков или тысячелетий наблюдений потребуются, чтобы заметить смещение спиральных рукавов, обусловленное их вращением. Любые наши наблюдательные данные – не более чем “моментальное” фото галактики. Неудивительно, что, несмотря на общее согласие исследователей о волновой природе спиральных рукавов, до сих пор не утихают споры об основных характеристиках этих волн даже в наиболее изученных галактиках.

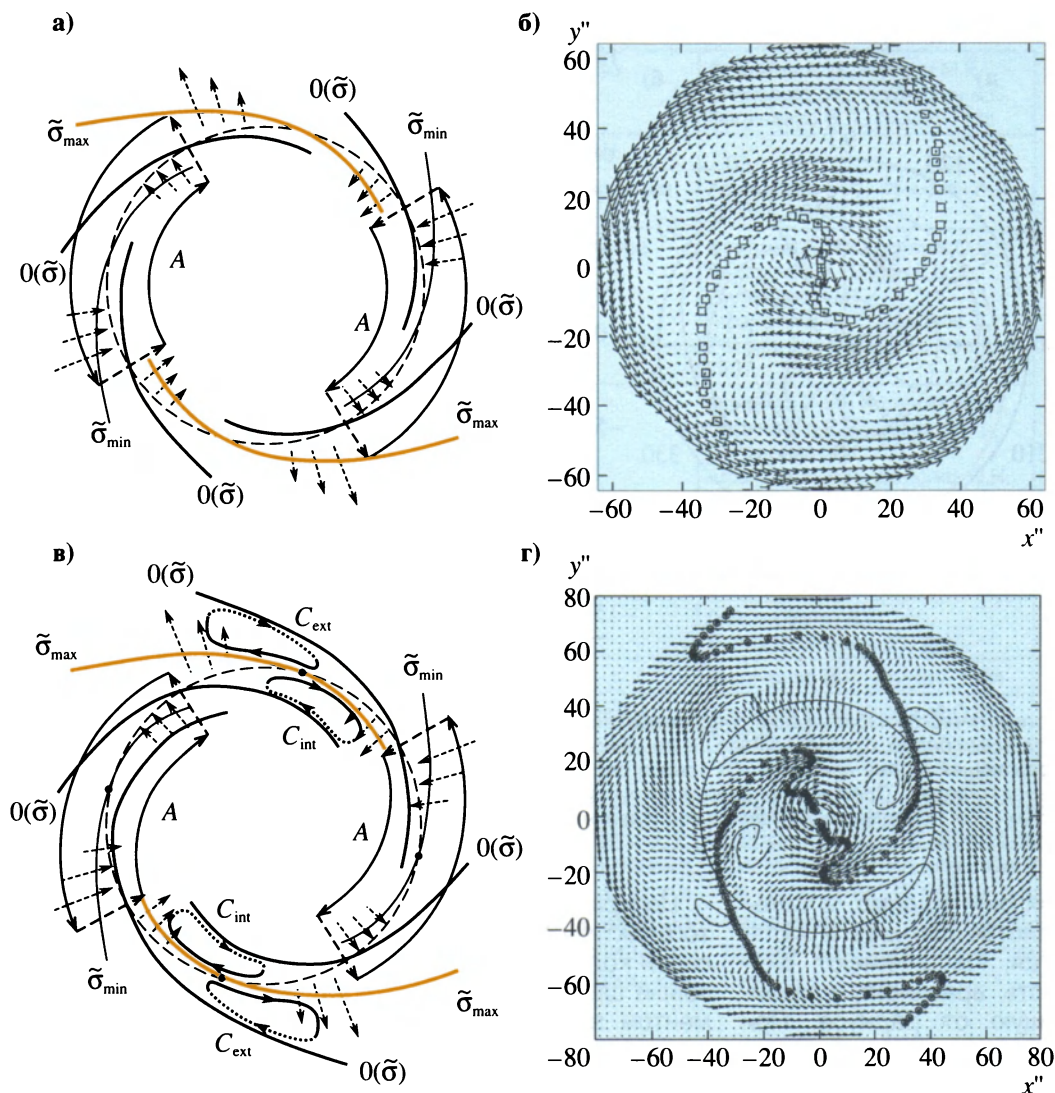
Один из путей решения проблемы – анализ **полей скоростей спиральных галактик**. Будучи, по существу, динамическим портретом процессов, идущих в галактическом диске, поле скоростей несет существенно больше информации, чем распределение яркости. Трудность в том, что в астрономии для далеких объектов, каковыми являются галактики, мы можем напрямую измерить только лучевую скорость по доплеровскому смещению в наблюдаемых спектральных линиях. И даже если мы с помощью спектральных приборов высокого

разрешения определим лучевую скорость для многих отдельных участков видимого изображения галактики, все равно полное **трехкомпонентное поле скоростей** остается невидимой подводной частью айсберга. Для его восстановления необходимы сложные методы, использующие теорию спиральных волн плотности. Такие методы недавно разработаны и применены для анализа конкретных галактик (Земля и Вселенная, 1999, № 3), но ряд свойств полей скоростей спиральных галактик был исследован задолго до этого. В частности, предсказано существование в поле скоростей галактического диска **вихревых структур**, сходных с антициклонами и циклонами в земной атмосфере, но, конечно, намного больших по масштабам.

Первые предсказания были связаны с работами по **моделированию гидродинамической неустойчивости** в газовом галактическом диске на установке “Спираль” с вращающейся мелкой водой, построенной по предложению одного из авторов (А.М.Ф.) в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова РАН. Данная неустойчивость в галактиках вызывается существованием сильных изменений скорости вращения (“скачков скорости”) галактического диска. В опытах мелкая вода моделировала тонкий газовый диск, а скачок скорости вращения воды был

выполнен по образцу наблюдаемых скачков скорости вращения галактик. В ходе экспериментов на установке, кроме спиральных волн, проявились **антициклонические вихри** размером всего лишь в два раза меньшие, чем спирали. Так в 1986 г. было предсказано существование гигантских антициклонов в галактиках. Спустя семь лет их обнаружили А.М. Фридман и сотрудник САО РАН В.Л. Афанасьев в галактике Маркаряна Mrk 1040 по наблюдениям, выполненным ими на 6-м телескопе САО. Эта галактика отличается большим скачком скорости вращения, способным вызывать гидродинамическую неустойчивость. Теория предсказывает появление антициклонов между спиральными рукавами и в том случае, когда кривая скорости вращения не содержит скачков, а спиральные рукава галактики обязаны своим появлением развитию гравитационной неустойчивости. Анализ полей скоростей спиральных галактик NGC 157 и NGC 3631 полностью подтвердил сделанные ранее предсказания.

Из теории также следует, что помимо антициклонов, расположенных между рукавами, в области спиральных рукавов могут возникать **гигантские циклоны**, если в этих областях скорость вращения меняется менее резко, чем скорость движения газа под действием сил притяжения рукавов.



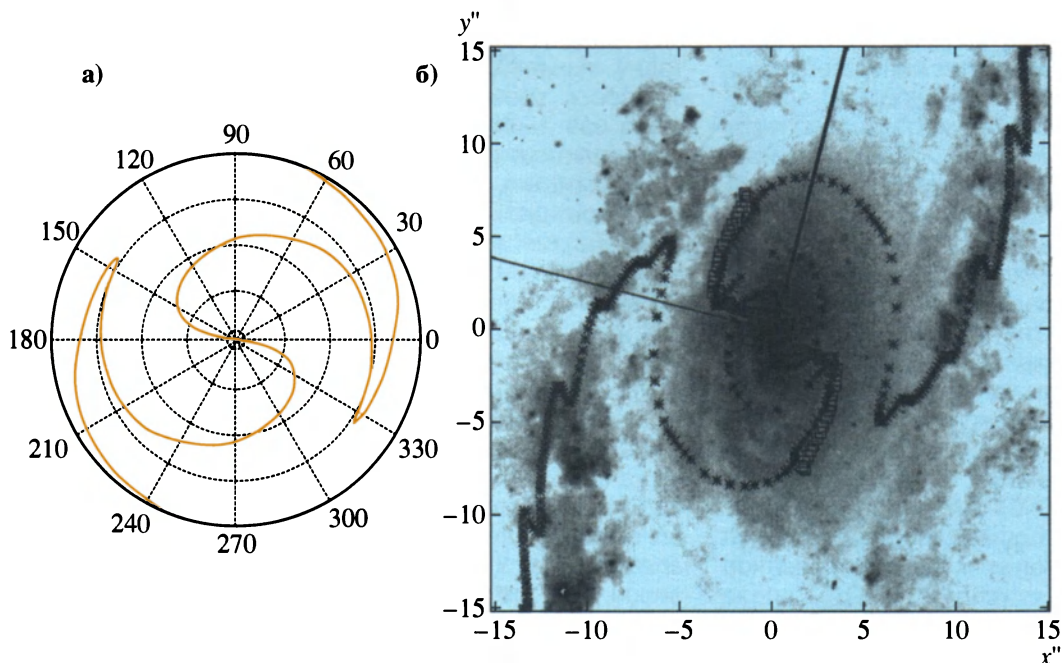
Этому требованию удовлетворяет поле скоростей галактики NGC 3631, где видны четыре циклона. Читателю, вероятно, известна определяющая роль циклонов и антициклонов в динамике земной атмосферы. Аналогична роль гигантских вихрей в динамике галактических дисков.

Обратимся теперь к центральной области галактик, где примерно в половине случаев можно наблюдать громадные

а) схема предсказанных теорией спирально-вихревых структур в поле галактического диска в системе координат, вращающейся вместе со спиральным узором. Сплошные стрелки указывают направление вращения, пунктирные – некруговые скорости, связанные с волной плотности. Линии $\sigma_{\max}$ – спиральные рукава, штриховая линия – коротационная окружность; б) поле скоростей галактики NGC 157; в) схема спирально-вихревых структур, возникающих в галактике, когда в районе коротационной окружности скорость вращения диска меняется менее резко, чем скорость движения газа под действием сил притяжения спиральных рукавов. В этом случае в галактике появляются циклоны и антициклоны; г) поле скоростей галактики NGC 3631.

звездные эллипсоиды – “бары”, вращающиеся в плоскости галактического диска. Их появление

может быть вызвано различными причинами. Как и спиральные рукава, центральными частями кото-



а) схематическое изображение предсказываемой теорией формы спирали, возникающей в галактике с медленным баром; б) изображение центральной части галактики NGC 157 с наложенной на нее кривой, отражающей форму спиралей. От концов бара раскручивается лидирующая (направленная концами вперед) спираль. Сделав пол-оборота вокруг центра галактики, она меняет направление и переходит в отстающую. Хорошее качественное совпадение теории (а) и наблюдений (б).

рых они, видимо, в большинстве случаев и являются, бары имеют скорость вращения, независимую от радиуса. При этом соотношение между скоростью вращения бара и скоростью вращения галактического диска у концов бара различается для баров различной природы. (Напомним, что скорость вращения галактического диска падает с радиусом.) Если скорости дифференциально вращающегося диска и твердотельно вращающегося бара совпадают у концов последнего, бар называют **быстрым**, если же скорость вращения бара намного меньше, его называют **медленным**.

Центральная часть протогалактики представляет собой коллапсирующий газовый шар с большим моментом вращения, внутри которого рождаются звезды. При теоретическом рассмотрении этого процесса советские ученые В.Л. Поляченко, И.Г. Шухман, Я.Б. Зельдович и А.М. Фридман в 1972 г. пришли к выводу, что орбиты звезд в центральной области формирующейся галактики нестабильны. Ими была обнаружена **неустойчивость радиальных орбит** и показано, что она способна создать медленно вращающийся **звездный бар** в центре галактики.

Условие существования **медленного бара**,

совпадающее с условием границы неустойчивости радиальных орбит, было найдено британским астрономом Д. Линден-Беллом семь лет спустя. Сотрудник ИНАСАН В.Л. Поляченко первым обратил внимание (1994), что медленные бары должны соединяться с основными спиральными ветвями посредством спирали противоположной закрутки. Основные спиральные рукава галактик являются **отстающими спиралями** – вращающимися концами назад. Но если в галактике есть медленный бар, к нему должны примыкать участки **лидирующих спиралей** – вращающихся концами вперед.

Надо отметить, что в последние годы XX в. усилиями многих исследователей достигнут значительный прогресс в изучении строения галактик. Как правило, теория предшествовала наблюдениям, и ее выводы направляли ученых на целенаправленные поиски предсказанных теорией структур. В таблице приведена хронология предсказаний и открытий гигантских вихревых структур и медленных баров в спиральных галактиках.

Имевшиеся до недавних пор наблюдательные данные свидетельствовали в пользу существования в реальных галактиках только быстрых баров. Медленные бары были обнаружены лишь в 2000 г. авторами этой статьи. Анализируя данные наблюдений на Космическом Телескопе им. Хаббла, обладающего на сегодняшний день максимальным угловым разрешением, мы обратили внимание, что обработанные

Предсказание и открытие новых структур в галактиках

Предсказание гигантских вихрей	Фридман А.М., Незлин М.В., Снежкин Е.Н., Трубников А.С., Поляченко В.Л., СССР, 1986
Открытие антициклонов:	
– в галактиках со скачками скорости;	Афанасьев В.Л., Фридман А.М., Россия, 1993
– в галактиках с плавной кривой вращения	Фридман А.М., Хоружий О.В., Ляхович В.В., Засов А.В., Сильченко О.К., Афанасьев В.Л., Додонов С.Н., Россия, Булестекс Ж., Франция, 1997
Открытие циклонов	Фридман А.М., Хоружий О.В., Поляченко В.Л., Засов А.В., Сильченко О.К., Афанасьев В.Л., Додонов С.Н., Моисеев А.В., Россия, 1999
Предсказание медленных баров	Поляченко В.Л., Шухман И.Г., Зельдович Я.Б., Фридман А.М., СССР, 1972
	Линден-Белл Д., Великобритания, 1979
	Поляченко В.Л., Россия, 1994
Открытие медленных баров	Фридман А.М., Хоружий О.В., Россия, 2000

определенным образом данные наблюдений центральной части галактики NGC 157 демонстрируют в окрестности бара именно такую структуру спиральных ветвей, которая ха-

рактерна для медленного бара. Так было доказано существование медленного бара в NGC 157 и подтверждены сделанные ранее предсказания теории.

Ядро Земли – дирижер сейсмической активности?

Б.В. ЛЕВИН,

доктор физико-математических наук, профессор
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

26 января мир потрясло известие о новом землетрясении в Индии, одном из сильнейших в истории человечества (Земля и Вселенная, 2001, №№ 2, 3). Неслучайно оно произошло близ Северного тропика – в поясе наибольшей сейсмической активности и определенных географических широт. Реальное распределение сейсмических событий на Земле



(число землетрясений и их энергия) зависит не

только от тектонических условий, но также и от изменения параметров вращения Земли, обусловленного движением внутреннего ядра и отклонением оси вращения.

Вращение Земли вокруг оси необходимо учитывать при объяснении многих геофизических процессов, включая и такие грозные явления, как землетрясения.

ЧТО ПЕРВИЧНО?

Лиссабонское землетрясение 1755 г., мгновенно разрушившее один из крупнейших центров цивилизации того времени (более 60 тыс. жертв), подтолкнуло к размышлениям над физикой этого явления самые блистательные умы Европы. Современник и очевидец события Иммануил Кант (1724–1801) посвятил землетрясениям три научные статьи. В них он указал на процесс за-

медления вращения Земли как на одну из важных причин возникновения “подземной бури”. Известный механик Ю.Р. Майер в 1893 г., отмечая роль приливов в изменениях рельефа Земли, рассматривал землетрясения как проявление действия закона сохранения энергии применительно к небесным телам. Оба подхода базировались на теории тяготения И. Ньютона. Детальный обзор упомянутых работ и ряда других публикаций

можно найти в увлекательно написанной монографии Б.Л. Личкова “Природные воды Земли и литосфера” (1960).

Интерес к изучению взаимосвязи сейсмотектонических процессов с событиями планетарного масштаба нашел отражение в 1960–70 гг. в работах крупнейших тектонистов В.Е. Хаина, П.Н. Кропоткина, Д.В. Наливкина и других российских ученых. Тогда и появился термин “астрогеология”.

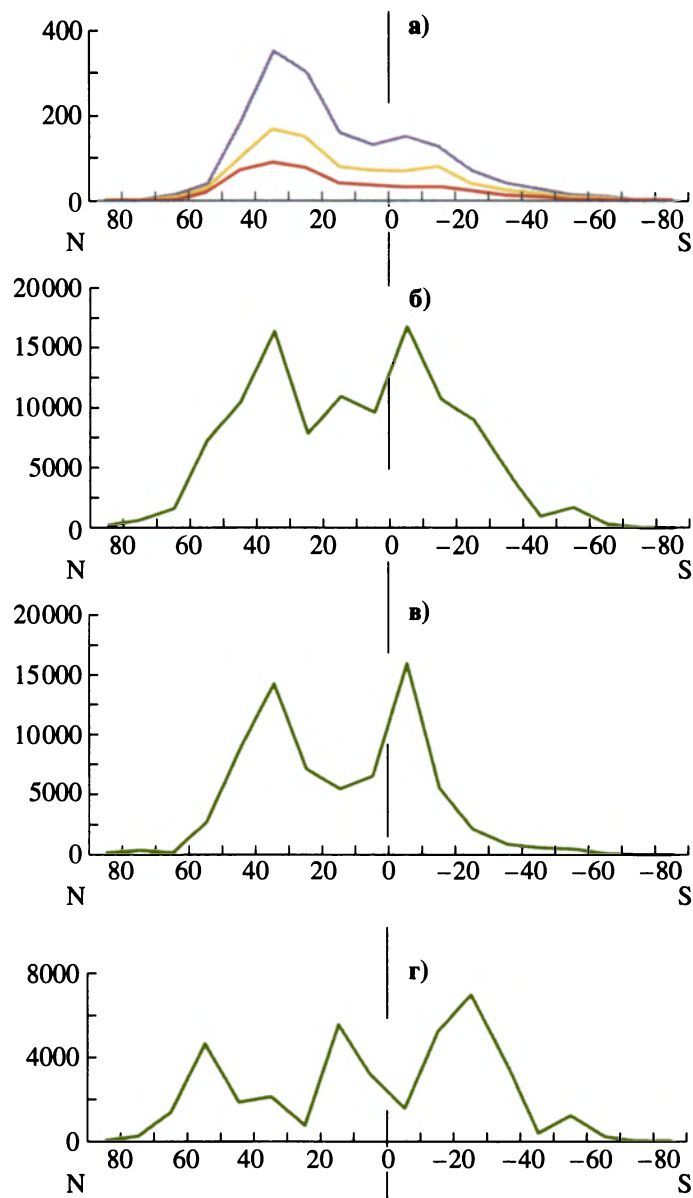


Компьютерная копия старинной гравюры "Лиссабонское землетрясение" (1755 г.) (из архива Mary Evans Picture Library, London).

Многие зарубежные геофизики предприняли попытки связать сейсмический процесс с перемещением полюса по незамкнутой траектории в преде-

лах области размером до 10–30 м. Их называли чандлеровским качанием полюса – по имени открывшего их американского геофизика К. Чандлера. Допускалась возможность, что эти движения полюса возбуждаются землетрясениями. Астрономы и геофизики долгое время не могли объяснить феномен

качания полюса. Им представлялось весьма привлекательным рассмотрение сейсмического источника возмущений полюса. Аргументация известного австралийского геофизика Ф. Стейси, выдвинутая против такого подхода в 1972 г., не считалась убедительной, а появление в 1973 г. статьи Ю.Н. Авсю-



Ежегодное количество землетрясений на Земле по электронному каталогу NEIC Геологической службы США: а) 1574 события с магнитудой $M > 5$ (1900–94 гг.), распределившиеся по широтным поясам в 10° в последовательные интервалы времени: 1900–30 гг., 1930–60 гг. и 1960–94 гг.; б) широтное распределение 109087 событий по всему земному шару с магнитудой $M > 4$ (1973–93 гг.); то же для в) Восточного и г) Западного полушарий.

объяснить движение земной оси воздействием землетрясений представляются с физической точки зрения несостоятельными. Первично вращение Земли.

В последнее время активно исследуется влияние внешних астрономических факторов на сейсмические события. Следует упомянуть последние работы российских ученых: А.М. Фридмана с соавторами (1994, 1999), Ю.Н. Авсюка (1996, 1999), Б.В. Левина и Е.Б. Чиркова (1999, 2000), а также китайских и американских ученых (Земля и Вселенная, 2000, № 5). Успехи современной геофизики, доступность электронных каталогов землетрясений, развитие представлений о блочно-иерархической структуре земной коры, обнаружение 14-сут составляющей в чандлеровых колебаниях полюса позволили сформировать новый взгляд на связь вращения Земли и ее сейсмичности.

ГЕОГРАФИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ

Электронные каталоги Национального центра изу-

ка, объяснившего эффект качания полюса перемещением внутреннего ядра Земли, осталось в западной геофизической литературе незамеченным (Земля и Вселенная, 1998, № 2). Ясно, что энергии глобального процесса — осевого вращения Земли — и землетрясений несоизмеримы. Изменение поло-

жения полюса или соответствующее отклонение оси вращения на $0.14''$ или 7×10^{-7} радиан требует затраты энергии порядка $10^{29} \times 7 \times 10^{-7} \approx 10^{23}$ Дж. Эта величина намного превосходит энергию любого сильнейшего землетрясения, не превышающую $\sim 10^{18}$ Дж. Поэтому попытки некоторых геофизиков



чения землетрясений Геологической службы США (NEIC) содержат огромный материал наблюдений. В каталоге за 1900–94 гг. представлено 1574 сейсмических события с магнитудой $M > 5$, а за 1973–93 гг. – 109 087 событий с магнитудой $M > 4$. Согласно каталогам, суммарное количество землетрясений, происходящих на Земле, изменяется из года в год. Если рассматривать эту величину для последовательно выделяемых широтных поясов от экватора к полюсу, выявляется закономерность. Аналогичная зависимость от географической широты была по-



Последствия землетрясения 4 октября 1994 г. на Курильских островах: помимо сотрясений почвы, вызвавших разрушение домов, в ряде мест образовались глубокие разломы. Фото В. Кайстренко и Б. Левина.

лучена для ежегодной суммарной энергии землетрясений.

Ежегодное число землетрясений в соседних широтных поясах Земли по мере продвижения от Северного полюса к экватору неуклонно растет, а затем, от экватора к Южному полюсу, постепенно уменьшается. Такая тенденция указывает на связь сейсмического процесса с осевой симметрией вращения Земли. Если бы сейсмичность не зависела от вращения Земли, землетрясения равномерно распределялись бы по всем широтам. Но наблюдения показывают, что чем больше удален участок земной коры от оси вращения в низких широтах, тем выше его сейсмичность и наоборот, чем

меньше расстояние до оси (полярные области), тем слабее проявляется сейсмичность.

Выделяются два характерных максимума распределения количества землетрясений: один – вблизи 35° с.ш., второй – вблизи центра экваториальной области. Широтные распределения суммарной энергии землетрясений дают в целом аналогичную картину: максимумы в тех широтных интервалах, где землетрясения случаются чаще всего.

Хотя широтное распределение землетрясений для отдельных полушарий Земли и отличается от глобальной картины, оно тоже симметрично относительно земной оси вращения. Максимумы сейсмичности в Восточ-

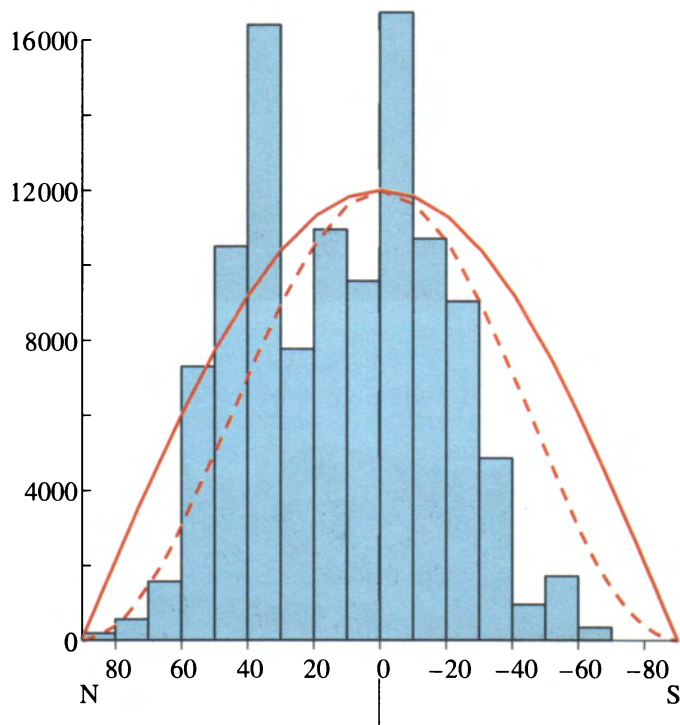
ном полушарии, наиболее сейсмоактивном, географически почти совпадают с общепланетарными максимумами, в то время как в Западном полушарии выделяются новые широтные зоны повышенной сейсмической активности.

ЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ СЕЙСМИЧЕСКИЙ МАКСИМУМ

Чтобы вычислить энергию вращающегося тела, надо знать его радиус, момент инерции, угловую скорость. Энергия вращения E_{rot} однородного шара определяется произведением этих величин. Но если мы разделим шар на параллельные слои, ориентированные перпендикулярно оси вращения шара, то кинетическая энергия вращения единичного элемента на поверхности слоя будет отличаться в каждом слое, как и момент инерции, величина которого пропорциональна квадрату расстояния до оси вращения. Энергия отдельного участка земной коры также зависит от радиуса и широты.

Житель экватора, подобно находящемуся под ним участку земной коры, обладает кинетической энергией вращения, которая в 4 раза превышает величину энергии такого же объекта на широте Санкт-Петербурга (примерно 60° с.ш.).

Распределение по широтным поясам числа землетрясений в 1973–93 гг., зависящее от изменения гироскопической силы внутреннего ядра, порожденного его движением.



Распределение по широте кинетической энергии вращения Земли отражено в эффекте динамического сжатия или сплюснутости земного геоида. Очевидно, что малые изменения кинетической энергии вращения каждого элемента земной коры должны быть пропорциональны косинусу широты.

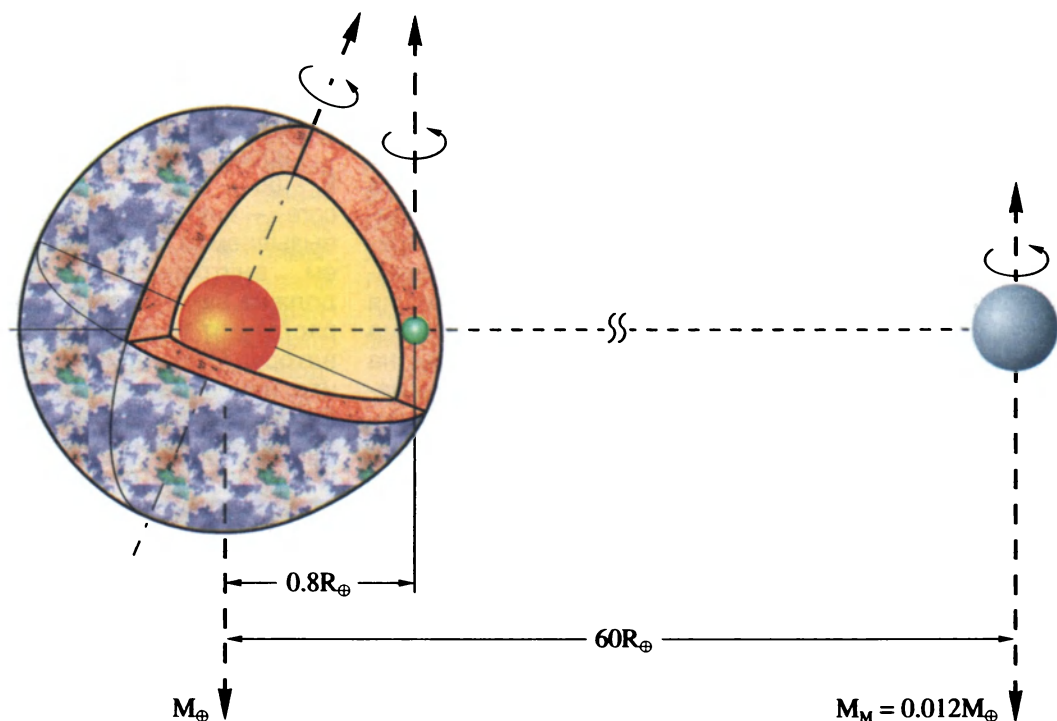
Реальное вращательное движение Земли значительно сложнее. Оно напоминает движение волчка с различными полярным и экваториаль-

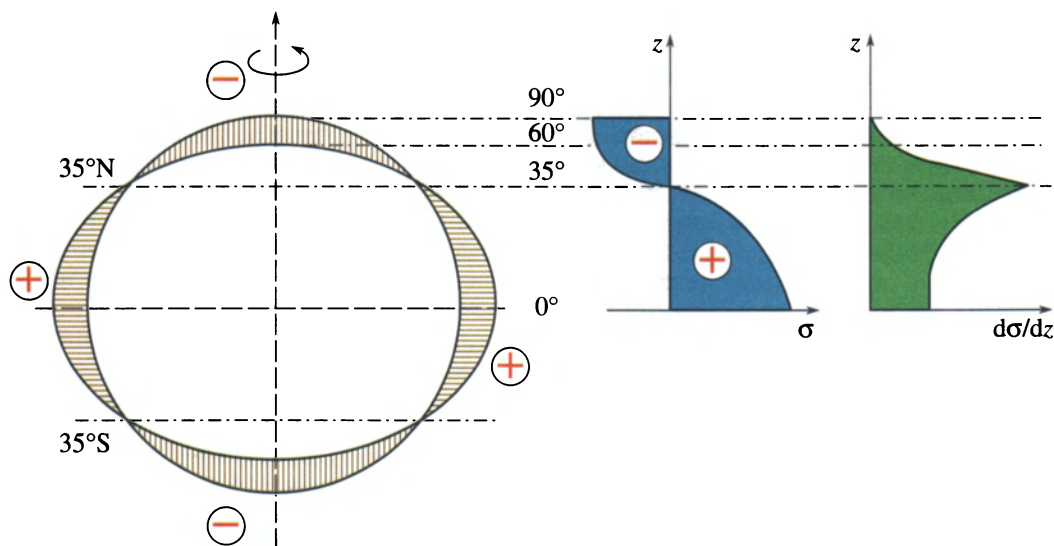
ным моментами инерции, внутренней структурой, присутствием внешнего воздействия. Даже для простейшего анализа этого движения потребуется учет взаимодействия тел в системе Земля – Луна – Солнце. Под твердой оболочкой Земли – более плотная мантия, окружающая расплавленное внешнее ядро, в котором “плавает” твердое внутреннее ядро. Вместе с Луной Земля образует единую динамическую систему. Общий центр ее массы (барицентр) отстоит от центра Земли на расстояние 0.8 ее радиуса. Именно в барицентре, который вместе со всей системой летит по эклиптике, уравновешено притяжение Солнца для системы Земля – Луна. Оба небесных тела обращаются вокруг

барицентра с периодом $27\text{--}29$ сут.

Центр Земли и находящееся в нем внутреннее ядро подвергаются внешним воздействиям. Внутреннее ядро способно перемещаться в жидком расплаве под влиянием притяжения Солнца и Луны. Перемещение внутреннего ядра с амплитудой порядка 100 м приводит к соответствующим изменениям положения центра масс Земли. Он смещается всего на $3\text{--}4$ м, но последствия сдвига существенны. Проходящая через центр массы земная ось наклоняется на доли угловой секунды, а в результате возникает изменение широты. Такое объяснение этому феномену впервые предложил еще в 1973 г. член-корреспондент РАН Ю.Н. Авсюк,

Динамическая система Земля – Луна. Внутреннее строение Земли с мантией, жидким ядром, барицентром (общим центром масс системы Земля – Луна), удаленным от центра Земли на расстояние около 0.8 ее радиуса. M_M – масса Луны, составляющая 0.012 от массы Земли.





хотя самые первые попытки построения подобного физического сценария явления предприняты Джорджем Дарвином, сыном автора "Происхождения видов" Ч. Дарвина. Но ему не удалось обосновать догадку, высказанную в 1898 г. В то время американский геофизик К. Чандлер уже определил, что полюса Земли "качаютс", но еще ничего не было известно о существовании внутреннего, твердого ядра Земли, открытого в 1936 г. датским геофизиком Инге Леман. Она обнаружила твердое ядро внутри планеты, исследуя изменение скорости сейсмических волн в центральной области Земли.

Как отражается перемещение оси вращения Земли на элементах гео-сферы, какие деформации и напряжения возникают в породах земной коры, в каких геодинамических процессах может проявиться дополнительная энергия, вызванная

вынужденным перемещением внутреннего ядра и соответствующим перемещением земной оси? Все эти вопросы волнуют и геофизиков, и геомехаников.

Чрезвычайно сложная задача о силах, возникающих в деформируемом вращающемся шаре при вынужденном изменении положения оси вращения требует громоздких вычислений. В настоящее время удалось решить весьма упрощенный вариант задачи. В грубом приближении рассматривалась ответная реакция элементарного объема породы земной коры на малое изменение угла наклона оси вращения земного сфероида. Оказалось, что в материале земной коры возникает гироскопическая сила, величина которой пропорциональна величине отклонения оси вращения, массе объема породы, географической широте, а также радиу-

Динамическое сжатие Земли (согласно А. Веронне, 1912). Выделены области преимущественных сжимающих (-) и растягивающих (+) напряжений, разделенных "критической широтой" 35°. Модуль напряжений σ и градиент модуля напряжений $d\sigma/dz$ зависит от изменения кратчайшего расстояния координаты z от плоскости экватора.

су и скорости вращения Земли.

Гироскопическая сила F_{ic} (ic – от англ. "inner core" – внутреннее ядро), вызываемая перемещением внутреннего ядра, должна закономерно возрастать от полюсов к экватору. Отсюда следует, что изменение вращения Земли, как и любые малые возмущения вектора угловой скорости, способствует преимущественному развитию деформаций и напряжений в субэкваториальной области или в полосе низких широт. Оценки показывают: величина модуля индуцированной гироскопичес-

кой силы составляет около 2 микрогал (1 мкгал = 10^{-6} см/с²), что сопоставимо по величине с приливным воздействием на Землю Луны и Солнца.

Приливное воздействие Луны на Землю (примерно вдвое сильнее, чем Солнца) определенным образом сказывается на положении максимума сейсмичности. Действие лунного притяжения проявляется наиболее сильно в полосе шириной $\pm 28^\circ$ по обе стороны от экватора. Такое влияние, отмечавшееся и прежде, подтверждается современными исследованиями китайских сейсмологов. Именно эта область ограничивает траекторию проекции барицентра на поверхности Земли.

НА "КРИТИЧЕСКОЙ ШИРОТЕ"

Параллель 35° с.ш. – "критическая". Она давно привлекла внимание геофизиков. О ней писали француз А. Веронне еще в 1912 г., советские ученые В.А. Магницкий – в 1948-м и М.В. Стовас – в 1951-м. В широтном поясе, примыкающем к этой параллели в Восточном полушарии, расположены основные, самые грандиозные, поднятия планеты, гигантские разломы, отмечаются наибольшие перепады рельефа. В этом легко убедиться, взглянув на глобус: Гималайско-Альпийский горный пояс про-

тянулся как раз вдоль критической параллели. Геодезические вычисления показали, что линии пересечения эллипсоида (фигура Земли) с шаром равного объема точно соответствуют широте $35^\circ 15' 52''$. Это справедливо не только для Земли (сжатие 1 : 298.2), но и для планет со значительно большей степенью сжатия (Юпитер – 1 : 15.3, Сатурн – 1 : 10.2).

"Критическая широта" (35°) – пограничная область, разделяющая зоны сжимающих и растягивающих напряжений в земной коре. Напряжение сжатия в полярных областях, постепенно уменьшаясь в направлении к экватору, переходит в растяжение в экваториальной зоне.

Отмеченные особенности механического состояния вещества планеты вблизи критической широты вполне соответствуют максимуму сейсмичности на широте 35° с.ш. и (до некоторой степени) объясняют этот феномен. Отсутствие подобного пика сейсмической энергии в Южном полушарии обусловлено объемом суши и континентальной коры в этой широтной области.

Центробежные силы, нередко привлекаемые для объяснения происхождения основных движущих сил в глубинной геодинамике, оказываются малопригодными для описания механизма данного

феномена. Центробежные силы вместе с гравитационными формируют фигуру планеты, но не создают поле периодических знакопеременных ускорений внутри геосфер.

Локальные максимумы сейсмичности в Восточном и Западном полушариях Земли могут быть следствием особенностей строения земной коры. Глубины корней кратонов Земли, общая мощность континентальной коры, механические свойства корового материала должны, очевидно, оказывать влияние на подготовку и протекание сейсмического процесса. Параметры широтного распределения наибольших высот гор и средних объемов суши тесно связаны со степенью сейсмической активности в отмеченных широтных интервалах. Это подтверждено зависимостью морфологических характеристик земной поверхности от проявлений сейсмического процесса.

Итак, несмотря на то что землетрясения вызываются действием множества факторов, у сейсмической активности есть дирижер. Это – внутреннее ядро Земли, ее твердая сердцевина, чутко реагирующая на воздействие приливных сил Луны и Солнца.

(КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
Е.В. САСОРОВОЙ)

Солнце в ноябре 2000 г. – январе 2001 г.

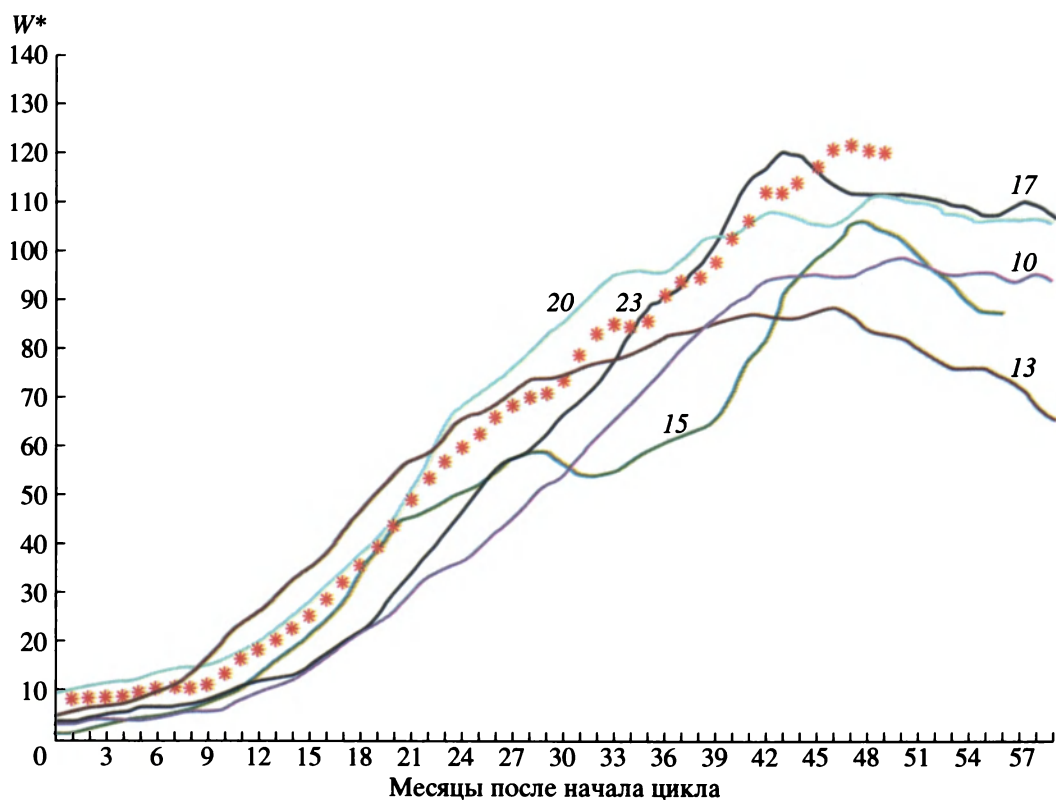
Солнечная активность в последние месяцы 2000 г. немного повысилась по сравнению с октябрем. Значения относительного числа солнечных пятен $W_{\text{нояб.}} = 106.5$ и $W_{\text{дек.}} = 104.5$. В январе 2001 г. оно уменьшилось до 95.1 – самого низкого значения с января 2000 г. Сгла-

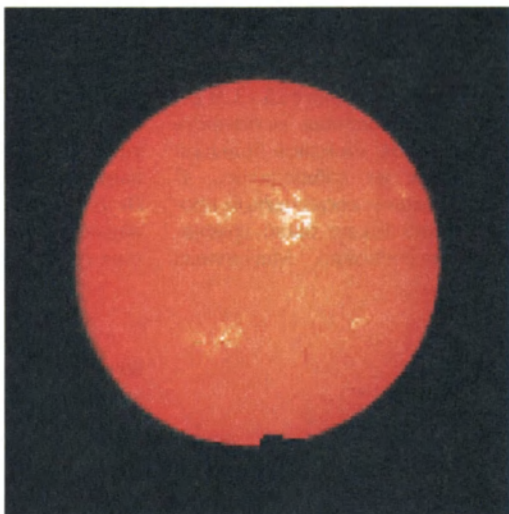
женные за тринадцать месяцев числа Вольфа продолжали снижаться, подтверждая предположение, что апрельское значение $W^* = 120.7$ станет наибольшим в текущем 23-м цикле солнечной активности.

В ноябре 2000 г. пятнообразовательная активность оставалась на высоком уровне для циклов средней величины. Наибольшее значение ежедневного числа пятен (147) отмечено 02.11, а наименьшее (59) – 26.11. Самой значительной и активной была группа пятен северного полушария АО 9236, которая проходила по

видимому диску Солнца с 17-го по 30 ноября. Ее площадь составила 630 миллионов долей полусферы (м.д.п.), что в 4 раза превосходит площадь земной поверхности. С 22.11 в границах этой группы пятен стал всплывать новый магнитный поток. Его взаимодействие с собственным магнитным полем группы вызвало серию больших солнечных вспышек. В период 24–26 ноября, когда группа была в центре видимого диска, в ней произошло шесть больших вспышек, в том числе и вспышка балла X4.0/2B (26.11). В результате в

Ход развития (50 месяцев) текущего 23-го цикла солнечной активности среди циклов подобной величины. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.





Так выглядело Солнце в водородной линии H_{α} ($\lambda = 6563\text{\AA}$) в видимой части спектра 27.11.2000 г.

околоземном космическом пространстве зарегистрированы умеренная магнитная буря дли-

Снимки Солнца в линии ионизованного железа $FeXV$ ($\lambda = 284\text{\AA}$), полученные с космической обсерватории SOHO в двух последовательных оборотах 8 ноября и 8 декабря 2000 г.

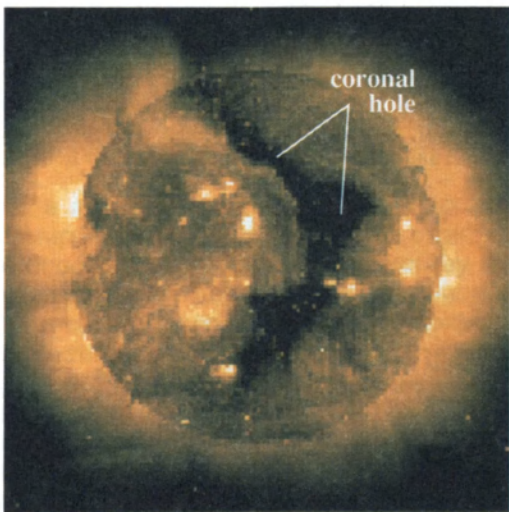
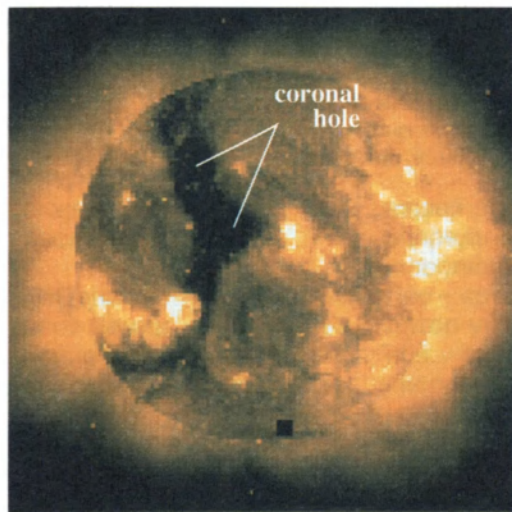
Все снимки взяты в сети ИНТЕР-НЕТ со страниц Службы Солнца (www.sec.noaa.gov).

тельностью больше 3 сут и большое протонное событие (приход к Земле высокоэнергичных заряженных частиц) длительностью более 5 сут. Не столь длительное, но более мощное протонное событие было отмечено ранее, 8–9 ноября. Его источником послужила большая вспышка балла M7.4/1B в группе пятен северного полушария близко к западному лимбу Солнца. Малая магнитная буря, вызванная межпланетным возмущением от этой вспышки, наблюдалась 10.11. Еще одна умеренная магнитная буря, 6–7 но-

Так выглядело Солнце в водородной линии H_{α} ($\lambda = 6563\text{\AA}$) в видимой части спектра 15.12.2000 г.

ября, стала следствием выброса большого солнечного волокна 02.11.

В последний месяц 2000 г. пятнообразовательная активность слегка уменьшилась, все еще оставаясь на высоком уровне. Наибольшее (151) ежедневное значение относительного числа пятен отмечено 17.12, а наименьшее (58) – 9.12. Единственная большая группа пятен,



по площади примерно в шесть раз превосходящая земную поверхность, проходила по видимому диску Солнца с 25.12. В декабре вспышечная активность резко упала: ни одной большой вспышки не наблюдалось. В околоземном космическом пространстве также было сравнительно спокойно. Магнитных

бурь и протонных событий не зафиксировано.

В январе 2001 г. пятнообразовательная активность продолжала падать, но все еще оставалась на высоком уровне: наибольшее значение числа Вольфа (131) отмечено 7.01, наименьшее (59) – 17.01. Больших групп пятен не было. 20.01

произошла единственная большая вспышка балла M7.7/2B.

О текущем состоянии солнечной активности и ее прогнозе можно узнать в ИНТЕРНЕТе по адресу: <http://www.izmiran.rssi.ru/space/solar/forecast.html>. Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН*

Информация

Самая массивная спиральная галактика

В 1995–98 гг. на орбите работала Инфракрасная космическая обсерватория (ISO), запущенная Европейским космическим агентством. Среди обнаруженных объектов особый интерес вызвали далекие яркие галактики, находящиеся в переходящей (транзиентной) фазе усиленного инфракрасного излучения, недолгой по космической шкале времени. В этот период в молодых галактиках идет активный процесс звездообразования.

Международный коллектив астрономов с помощью 8.2-м телескопа “Анту” Европейской Южной Обсерватории и установленной на нем инфракрасной камеры ISAAC изучил яркие галактики ISO, располо-

женные на участке неба HDF-S, выбранном для “глубоких” исследований с помощью Космического Телескопа им. Хаббла (HDF-S – Hubble Deep Field South – Хаббловское глубокое поле юга). В сентябре 1999 г. были получены спектры низкого разрешения примерно для дюжины галактик. Оказалось, что они сильно излучают в линии водорода H_α . По доплеровскому смещению этой линии в спектре галактики ISOHDFS 27 определили расстояние до нее – около 6 млрд. св. лет (красное смещение $z = 0.58$).

В августе 2000 г. при рекордно низкой турбулентности атмосферы (0.2”) на Паранале удалось получить спектр галактики ISOHDFS 27 в линии H_α и измерить доплеровское смещение линии отдельно для верхней и нижней частей галактики. Это дало возможность определить скорость ее вращения – 415 км/с. Она оказалась значительно большей, чем у других спиральных галактик. Вычисления показали, что в центральной области галактики (4” от центра или 100000 св. лет

в поперечнике) сконцентрирована масса около $1.04 \times 10^{12} M_\odot$. Это в четыре раза больше, чем у нашей Галактики, и почти в два раза больше, чем у прежнего рекордсмена – галактики UGC 12591 с массой $6 \times 10^{11} M_\odot$.

В ходе наблюдений были изучены еще два ISO инфракрасных объекта. Один из них – двойная галактика с массами компонентов по $2 \times 10^{11} M_\odot$. Другой – галактика со сравнительно высокой массой на большом расстоянии – около 12 млрд. св. лет. Все это доказывает, что громадные и очень массивные структуры сформировались очень давно.

Данная наблюдательная программа – блестящий пример “сотрудничества” космических и наземных телескопов. ISO и KTX обнаружили интересные галактики, а превосходное оптическое качество Очень Большого Телескопа ЕЮО позволило получить их детальные спектры и измерить массы.

*ESO Press Release 25/00
8 December 2000*

Судьба российских лесов

Л.Г. БОНДАРЕВ,
кандидат географических наук
МГУ им. М.В. Ломоносова

Земля – лесная планета: когда-то лишь десятая часть ее суши не была покрыта лесом. И во все времена, начиная с самых древних, Россия неизменно считалась страной с огромными, неисчерпаемыми лесными богатствами. Пользование лесом в ней было таким же естественным правом, как водой из реки.

Лесные ресурсы России действительно вели-

ки, но и потребление леса всегда было очень большим. Поэтому, как ни парадоксально, но то в одной, то в другой части страны возникали связанные с недостатком лесных ресурсов энергетические кризисы. С течением времени они все больше перерастали в кризис экологический, связанный в большой степени с уничтожением лесов.



Рисунок Алексея Бондарева.

ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ЭВОЛЮЦИИ БИОСФЕРЫ

Одна из характерных черт Земли – распространение на значительной части ее поверхности древесной растительности. Леса – мощная биологическая система, играющая огромную роль в жизни

нашей планеты, в первую очередь в формировании и эволюции ее биосферы. Лес – крупнейший аккумулятор углерода и солнечной энергии, источник кислорода для всего живого на Земле. Он очищает нижние слои атмосферы, влияет на перемещение и температурный ре-

жим воздушных масс, регулирует речной сток, дает приют множеству видов живых организмов, создает для них комфортный микроклимат, участвует в формировании почвенного покрова.

Огромно разнообразие лесов. В Австралии растут 150-метровые велика-



ны – эвкалипты, а у северной границы лесной растительности в Якутии измученные морозами и ветрами искривленные деревья столетнего возраста имеют диаметр не более 20 см.

Бескрайние таежные дебри Сибири и Дальнего Востока столь же ценны, как и тропические джунгли Амазонки. Лес – феномен планетарного масштаба. Когда-то до 90% суши покрывали леса, а в настоящее время – всего 27%. На месте сведенных лесов возникли земельные массивы, дороги, города, пастбища, промышленные предприятия. Ради всего этого за последние 10 тыс. лет уничтожено 2/3 лесов некогда поистине “лесной планеты”.

Беда леса в том, что он стал источником разнообразного ценнейшего сырья для промышленности

(прежде всего, целлюлозно-бумажной), а еще раньше его использовали как строительный материал и энергетический ресурс. Сейчас на каждого жителя Земли приходится 0.9 га лесопокрытой площади, чуть больше футбольного поля. В мире около 200 государств, и очень велики пространственные различия в величине показателя лесобеспеченности. Для Нидерландов он равен 0.02, для бывшего СССР – 3.0, для США – 1.3, Финляндии – 5.0, Канады – 14.0, Французской Гвианы – 144.0 га на человека (в этой южноамериканской стране леса, занимающие 95% территории, сохранились почти нетронутыми). В большинстве же стран мира неуклонно нарастают объемы вырубаемого леса. В начале 1980-х гг. мировой объем лесозаготовок со-

Леса Хабаровского края. Снимок КА “Ресурс-01” (НИЦ “Планета”).

ставил немногим более 2.5 млрд. м³ в год. Десять лет спустя он увеличился до 3.5 млрд. м³. Примечательно, что до сих пор половина заготовленной древесины сжигается в печах, а в некоторых развивающихся странах еще применяется подсечно-огневая система земледелия.

Естественный годовой прирост древесины в доступных для освоения районах составлял 1.8 млрд. м³, т.е. был вдвое меньше объема заготовок. Таким образом, хотя лес считается возобновимым ресурсом, его потребление превышает восстановительные возможности природы. Этот вывод относится прежде всего к тропическим лесам Африки, Азии и Южной

Америки. В XX веке площадь тропических лесов в Африке уменьшилась в четыре раза; в некоторых странах – в Гане, Бенине, северной части Нигерии – они, практически, исчезли. Драматизм ситуации заключается в том, что после уничтожения тропического леса возможен быстрый смыв маломощной почвы – изменения становятся необратимыми. Итак, грядущая ситуация в зоне тропических лесов вызывает обоснованную тревогу. Для развивающихся стран чрезвычайно актуальной становится проблема рационального ведения лесного хозяйства, при котором обеспечивается непрерывное воспроизводство леса.

Сбалансированное лесное хозяйство характерно для стран Европы и Северной Америки, Японии. Там изъятие древесины при лесозаготовках не превосходит естественный прирост, а в ряде стран наблюдается даже рост лесопокрытых площадей. Впрочем, и здесь не все благополучно. Европейские леса, в первую очередь хвойные, сильно страдают от кислотных дождей, связанных с техногенным загрязнением атмосферы (Земля и Вселенная, 1998, № 3).

Леса России занимают площадь около 900 млн. га, что составляет больше 4% общепланетной заселенности. В настоящее время почти 35% территории страны покрыты лесами. И это сравнительно высокая лесистость: большая, чем в Венгрии

(15%), Франции (24%) и Норвегии (27%), но меньшая, чем в Швеции (57%) и Финляндии (61%). Российские леса занимают 22% площади лесов мира и 65% мировых бореальных лесов. В Европе на долю России приходится 47% всех лесов. Это важнейший природный ресурс нашей страны. Между тем на протяжении последних трех веков неуклонно продолжалось его уничтожение.

Сведение лесов России шло постепенно, по мере появления новых форм использования древесины, на фоне бушующих каждое лето лесных пожаров.

В ОГНЕННОМ СМЕРЧЕ ПОЖАРА

Вплоть до XVIII в. даже крупные города России были почти сплошь деревянными. Из дерева – и дома, и мостовые. В тех случаях, когда такая мостовая покрывалась слоем грязи, сверху укладывались новые плахи. В Новгороде Великом при раскопках вскрыты 30 настилов, сменявших друг друга. Хронологически они соответствуют X–XVI вв. Тесная застройка в старых городах была очень опасна: часто случались пожары. Из летописей следует, что в XIV в. 22 раза выгорала значительная часть Новгорода. Москва в XV в. подобным бедствиям подвергалась 19 раз. Таким образом, большие города почти полностью огонь уничтожал в среднем каждые пять лет. При огромных городских пожарах возникали сильные

восходящие потоки воздуха, которые превращались в огненные смерчи. В Новгороде горящие бревна переносило по воздуху через Волхов с Софийской стороны на Торговую, а в Москве – с Кремлевской стороны в Замоскворечье.

Бушевали пожары и вокруг городов. На севере европейской России, в Сибири, Приуралье и Поволжье подсечно-огневое земледелие практиковалось вплоть до начала XX в. Леса сжигали преднамеренно. После выжигания участка леса семена высевались прямо в теплую золу. Урожаи на таких участках могли быть 60–80-кратными – очень высокими по сравнению с обычными трех- и четырехкратными в России XVII–XIX вв. Но, по выражению историка В.О. Ключевского, “насильственное и скоропроходящее плодородие” быстро снижалось. Поэтому после 2–3 лет поле забрасывали и выжигали другой участок леса. Так огонь постепенно “съедал” леса. Это – древнейший его враг. Но не единственный.

ДРУГИЕ “ПОЖИРАТЕЛИ ЛЕСА”

Большое количество дров потребляли соляные промыслы. Самые старые из них располагались в Сольвычегодске и на побережье Белого моря от Кандалакши до Двинской губы. Там соль добывали еще в XII в. Чтобы получить 10 пудов (160 кг) соли требовалось сжигать кубическую сажень дров (около 10 м³). Уже в XVI в.



на Белом море стало не хватать леса. К 1590 г. относится жалоба игумена Соловецкого монастыря, что “леса высечены и соль варить уже нечем”. Многие соляные промыслы пришли в окончательный упадок. С этим кризисом совпало освоение нового региона добычи соли – Прикамья.

В 1558 г. Иван IV пожаловал Григорию Строганову леса в Прикамье площадью около 4 млн. га специально для выварки соли. В конце XVII в. с Камы ежегодно вывозили 3.5 млн. пудов соли, а в XVIII в. – уже 4 млн. пудов. Барки, которые ходили по Каме, могли взять на борт 45 тыс. пудов соли. Такое судно совершало единственный рейс, по прибытии на место назначения его

разбирали на дрова. И очень скоро не из чего было строить – леса не стало.

До середины XIX в. при изготовлении стекла, мыла, сукна, при белении тканей, выделке кож (в красильном деле) использовался поташ (карбонат калия). Его добывали из золы бука, вяза, клена, орешника, дуба и затем вывозили в бочках в Ковно, Любек, Амстердам, Брюгге. Лесные ресурсы Западной Европы подорвало “великое корчевание” в XI–XIII вв. В конце XV в., когда еще сохранялась система ганзейской торговли (торговый союз городов Европы), установился экспорт поташа из России. Но приходилось платить пошлины датчанам за проход через про-

Для английского корабля “Sovereign of the Seas” (“Владыка морей”), построенного в 1637 г., потребовалось 4000 сосновых стволов. На трех палубах находилось более ста орудий. Морское могущество Англии и Нидерландов в те времена в значительной степени зависело от поставок русского леса.

лив Зунд и шведам за провоз по территории Лифляндии. Более выгодным оказался кружной путь в Англию и Голландию морем через Архангельск.

Торговля поташом была весьма прибыльной. Но и расходование леса – значительным. В 1659 г., полностью истощив лесные ресурсы Курского края, производство поташа переместилось в Нижегородскую, Пензенскую, Казан-

скую и Тамбовскую губернии. О его масштабах говорит такой факт: на относящихся к 1700 г. "Чертежах Казанской губернии" только в бассейнах относительно небольших рек Суры и Мокши обозначено 23 "будных стана", т.е. заводов, перерабатывающих древесину на поташ.

До начала освоения Урала (первые десятилетия XVII в.) в России добывались только болотные железные руды. Бурное развитие горное дело получило после учреждения в 1719 г. Бергколлегии. Искать руду, добывать ее и плавить металл разрешалось всем, независимо от "чина и достоинства".

В XVIII в. развернулась деятельность уральских горнопромышленников Демидовых, которые владели десятками заводов. В 1730–40-х годах были основаны демидовские заводы на Среднем Урале. Началось наступление на нетронутые леса. В одном только Нижне-Тагильском округе ежегодно на нужды заводов вырубалось по 27 км² леса.

В 1740 г. Россия по выплавке чугуна опередила Англию. Ради сохранения леса для флота в Англии пришлось не только запретить строительство чугунолитейных заводов, но и закрыть часть действующих. До конца XVIII в. англичане ввозили русское и шведское железо. Зависимость англичан от российских поставок прекратилась только с разработкой новой технологии в черной металлургии. В доменном процессе стали

использовать каменный уголь, и к 1796 г. в Англии не осталось ни одной домны, работавшей на древесном угле. Но английский энергетический кризис XVIII в. был преодолен в значительной степени благодаря экспорту леса из России. В те же годы Россия сама столкнулась с недостатком лесных ресурсов.

В 1837 г. построена первая железная дорога в России, соединившая Петербург и Царское Село. К концу XIX в. общая протяженность железных дорог составила 52 тыс. верст. Появился новый "пожиратель" леса. Ведь для прокладки одной версты железнодорожного пути требовалось две десятины хорошего строевого леса. Ежегодно много древесины шло на замену шпал (непропитанная сосновая шпала служила всего 4–5 лет). На Николаевской железной дороге ежегодно меняли более 400 тыс. шпал, а по всей России – свыше 5.5 млн. (1882 г.). Каждый год устанавливали также 320 тыс. столбов (средний срок годности 5 лет). Чтобы продлить срок службы столбов на Николаевской дороге их просаливали. Дрова служили топливом для паровозов, и за один 1882 г. железнодорожный транспорт и речные пароходы сожгли около 1.5 млн. кубических сажень дров.

ПОПЫТКИ СОХРАНИТЬ ЛЕСА

При Петре I уже стало ясно, что лесные богатства страны не бесконечны. Указы 1703, 1704, 1717 и

1718 гг. положили конец свободной рубке деревьев. Были выделены лесные угодья, где такие породы, как дуб, ильм, вяз, клен, ясень, лиственница, маковая сосна, вырубались только в интересах государства; для "казенных надобностей", главным образом – для флота.

По указу 1703 г. самовольным порубщикам грозило наказание. За одно дерево полагался штраф 10 руб., а за дуб и большую порубку других деревьев – смертный приговор, замененный в 1712 г. на каторгу. В 1722 г. было запрещено рубить лес на сухих песчаных почвах, где он особенно долго восстанавливается.

К середине XVIII в. леса в окрестностях Москвы и Петербурга значительно поредели и в 1747 г. появился указ императрицы Елизаветы Петровны, которым ради сохранения лесов вокруг Москвы предписывалось дома в городе строить каменные, а заводы, работающие на дровах, вынести на 200 верст от Москвы. "В лесах крайняя нужда состоит и годного почти мало остается..." – говорилось в указе.

Аналогичное решение принято и в отношении Петербурга: стекольные заводы перевели из столицы в Ямбург, остановлены и уничтожены соляные заводы в Старой Руссе, запрещен "отпуск за море всякого лесу" из всех портов, за исключением Выборга, где он отпускается в ограниченном количестве.

При Екатерине II контроль за исполнением



этих постановлений ослабился. В 1773 г. разрешено выделывать и продавать поташ. И через три года владельцам лесов разрешили распоряжаться ими "как угодно".

В итоге в течение восьми лет вырубili объявленные в петровские времена заповедными корабельные леса в Поволжье, предназначенные только для нужд флота. Урон был столь очевиден, что сразу после смерти Екатерины II снова последовали ограничения на эксплуатацию лесов. Учредили Лесной департамент, которому полагалось заниматься в том числе лесопосадками. Основали Лесное училище в 1803 г. – в Царском Селе,

в 1805 г. – в Козельске, а в 1808 г. – Лесной институт на Елагином острове в Петербурге. Позднее эти учебные заведения объединил в себе Лесной институт.

В 1832 г. основано Общество для поощрения лесного хозяйства, приступившее к изданию "Лесного журнала", выходящего и по сей день. После крестьянской реформы 1861 г. эпидемия вырубок буквально обрушилась на Россию. Сводили леса и крестьяне (чтобы получить средства для выкупа земли), и помещики (опасаясь введения лесостроительного закона).

Высокие темпы лесоиспользования в пореформенное время объясняются усиленным спросом. Безу-

Лес в Центральной России.

держная рубка вынудила принять в 1888 г. "Положение о сбережении лесов". В этом документе выделены следующие категории лесонасаждений: для сдерживания сыпучих песков, для защиты от подвижных песков населенных мест, дорог и обрабатываемых земель, для охраны берегов рек и каналов от размыва и обрушения, для укрепления крутых склонов, предотвращения эрозии и схода снежных лавин.

Постепенное осознание приоритета экологического значения леса над экономическим началось еще в конце XIX в., когда разверну-



Лес близ космодрома Плесецк.

лась плодотворная деятельность крупнейшего российского географа, создателя почвоведения Василия Васильевича Докучаева.

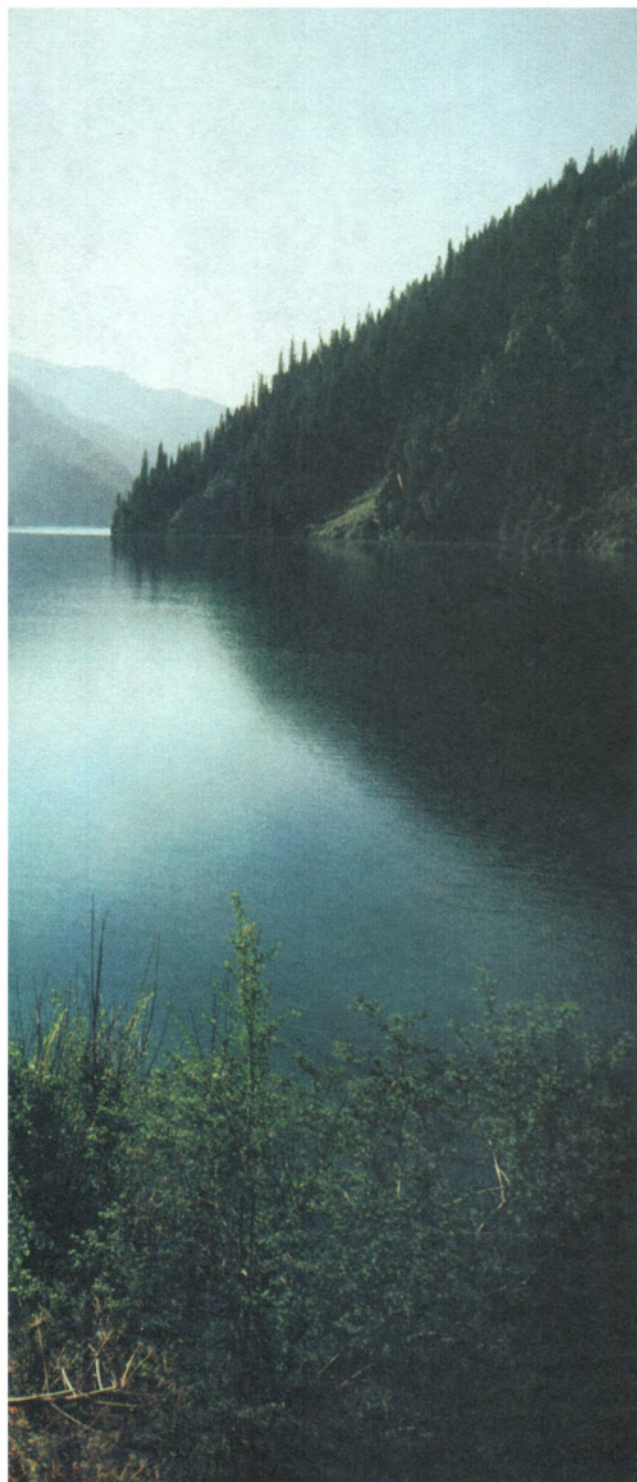
После засухи и голода 1891–1892 гг. учреждается “Особая экспедиция Лесного департамента по испытанию и учету различных спо-

собов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России”. Экспедиция работала в 1892–1908 гг. под руководством В.В. Докучаева. Ею заложены лесные защитные полосы на трех участках, расположенных на водоразделах Волги и Дона, Днепра и Северного Донца. Лесные полосы, задерживая снег, уменьшают тем самым глубину промер-

зания и увеличивают поглощение почвой талых вод. Эти опыты продемонстрировали экологическую роль леса. Но к их глубокому осмыслению наука подошла только в середине XX в.

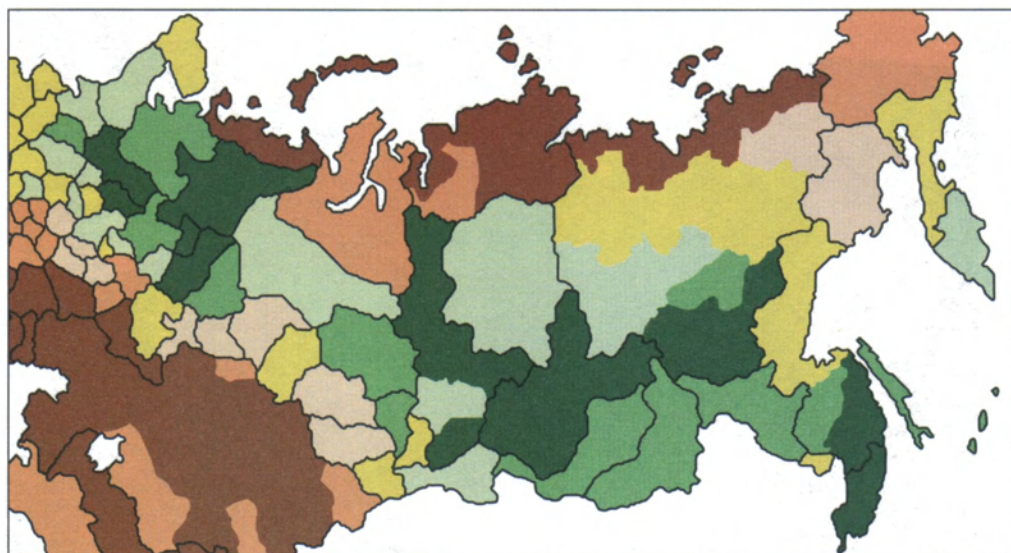
ПРИОРИТЕТ ЭКОЛОГИИ

Начало XX в. отмечено сильнейшими пожарами, уничтожавшими лесные



площади гектар за гектаром. “Лесные пожары — это проклятие, тяготеющее над сибирскими лесами. Они производят колоссальные опустошения. Не только деревни и села лесной полосы, но и губернские города по неделям бывают окутаны дымом и скрыты от яркого сибирского солнца, которое в это время видится на безоблачном небе лишь в виде тусклого кроваво-красного круга”, — так писала одна сибирская газета в 1911 г.

Громадный пожар бушевал в Средней Сибири в 1915 г. Тогда сгорели леса на площади 125 тыс. км², равной территории современных Чехии и Словакии. Дым распространился над площадью 6 млн. км². Это был грандиозный выброс в атмосферу углекислого и угарного газов, т.е. эмиссия накопленного в древесине за десятки и сотни лет углерода. А через несколько лет, в 20-е гг., начались массовые вырубki лесов в масштабах, неданных за всю историю России. Значительно увеличился экспорт леса — спешная индустриализация страны требовала огромных валютных поступлений. В эти же годы резко возросли производственные мощности целлю-



Доля покрытой лесом площади на территории бывшего СССР (в процентах). На большей части России и стран СНГ лесистость не превышает общемировую – 30% (атлас “Окружающая среда и здоровье населения России”, М.: 1995).

лозно-бумажной промышленности: в 1913 г. в России производилось 269 тыс. т. бумаги и картона, в 1940 г. – 991 тыс. т., а в 1983 – 9556 тыс. тонн.

Площадь лесов, уничтоженных в зоне военных действий во время Великой Отечественной войны, составила около 20 тыс. км². В итоге к середине 40-х гг. запасы древесины в лесах Европейской России сократились почти на треть.

Засуха 1946 г. заставила вспомнить о фитомелиорации “по Докучаеву”. В

соответствии со “сталинским планом преобразования природы” в 1949–50 гг. защитные лесонасаждения размещены на 1.35 млн. га. Некоторые из этих лесных полос существуют и по сей день, но связанное с этим “планом” гидротехническое строительство на крупнейших российских реках принесло больше вреда, чем пользы. В 1941 г. началось продолжавшееся несколько лет заполнение Рыбинского водохранилища, на дно которого ушли леса на площади около 4 тыс. км². Через два десятилетия существенное сокращение лесных массивов в Сибири вызвало строительство гигантских водохранилищ – Братского (5.6 тыс. км² и Красноярского (2 тыс. км²).

Техногенная нагрузка на лес всегда была значи-

тельной. Большие потери связаны с использованием устаревшей технологии лесоразработок. Лесовосстановление обычно не компенсирует утраты. Но на пороге третьего тысячелетия необходимо осознать недопустимость порочной практики небрежного отношения к лесу. И если теперь энергетические кризисы напрямую не связаны с состоянием леса, то глобальный экологический кризис на Земле формируется в значительной степени из-за уничтожения лесов. Продолжается в больших количествах вывоз из России необработанного леса (“кругляка”), и первое место по импорту русского леса принадлежит Японии (20% в валютной выручке), за которой следуют Финляндия (10%) и Великобритания (7%).

с.ш.

52°

51°

50°

49°

48°

134°

135°

136°

137°

138°

139°

140°

141°

в.д.

До сего времени сохраняется опасность лесных пожаров, борьба с которыми значительно ослаблена из-за недостаточного финансирования, несмотря на большую помощь, оказываемую лесному хозяйству регулярными аэрокосмическими съемками. В 1998 г. на охраняемой площади лесного фонда России зарегистрировано 25 582 лесных пожара, потери от которых достигают 300 тыс. га в год. Все очаги, сведения о которых поступают с

ИСЗ "Ресурс" не удается погасить достаточно быстро из-за сокращения в последние годы в 4 раза парка лесной авиации и в 2 раза парашютно-десантной пожарной службы. Принятая в 1998 г. целевая федеральная программа "Охрана лесов от пожаров на 1999–2005 гг." требует эффективной реализации. Исключительно актуальна для России проблема организации государственного управления лесами. Еще Д.И. Менделеев писал: "Сохране-

Лесные пожары в бассейне Амура. Космический снимок получен со спутника "NOAA-14" 6 октября 1998 г. (ИКИ РАН).

ние лесов – это условие сколько-либо правильного течения русской жизни".

В XXI в. мы вынуждены будем признать приоритет экологии над экономической и роль мониторинга лесоустройства с применением аэрокосмических методов неизбежно возрастет.

Александр Алексеевич Боярчук

(к 70-летию со дня рождения)

Выдающийся российский астрофизик академик РАН А.А. Боярчук известен своими работами в области астрофизики, физики звезд, внеатмосферной астрономии, телескопостроения. Крупный организатор отечественной науки, он был в 1969–1987 гг. заместителем директора Крымской астрофизической обсерватории АН СССР, с 1987 г. являлся директором Института астрономии РАН, а с 1996 г. – также академиком-секретарем Отделения общей физики и астрономии Российской академии наук. Им выполнены многочисленные исследования химического состава атмосфер звезд различных типов по наземным и внеатмосферным наблюдениям, изучены движения в звездных атмосферах и скорости вращения звезд, составлен сводный каталог скоростей вращения 2362 звезд. А.А. Боярчук исследовал звезды ранних спектральных классов с эмиссионными линиями и рассмотрел динамику движений в их оболочках. Основываясь на детальном изучении симбиотических звезд, он разработал модель этих объектов (двойная система, состоящая из холодного гиганта и горячего карлика, окруженная туманностью), дал оценку массы, размеров и температуры каждой из компонент. Он также провел подробное исследование новых звезд и предложил модель их оболочек. Александр Алексеевич – научный руководитель крупных проектов внеатмосферной астрономии: “Астрон” и “Спектр-УФ”.



Академик А.А. Боярчук.

А.А. Боярчук родился 21 июня 1931 г. в городе Грозном в семье учителей. В 1953 г. он окончил математико-механический факультет Ленинградского государственного университета по специальности “астрономия”, где был учеником академика В.В. Соболева. По окончании университета А.А. Боярчук поступил в аспирантуру Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и под руководством члена-корреспондента РАН Э.Р. Мустеля провел спектральные ис-

следования Ве-звезд (звезды спектрального класса В с яркими линиями излучения в спектре). Незадолго до этого в КРАО установили 50-дюймовый телескоп. А.А. Боярчук – один из тех, кто активно осваивал этот крупнейший тогда в Советском Союзе прибор.

На основании обширных наблюдений А.А. Боярчук впервые определил оптическую толщину в эмиссионных линиях оболочек Ве-звезд, массу оболочек, обнаружил несферичность этих структур, провел сравнительный анализ химического состава атмосфер В- и Ве-звезд и обосновал ныне общепринятую концепцию Ве-звезд, согласно которой эти звезды представляют определенную стадию развития быстровращающихся звезд больших масс.

В 1960 г. в КРАО вступил в строй самый мощный в Европе 2.6-м рефлектор им. Г.А. Шайна. А.А. Боярчук активно сотрудничал с его изготовителями, участвовал в разработке и испытаниях штатной навесной аппаратуры и телескопа в целом. Одновременно он приступил к решению интригующей проблемы симбиотических звезд. В их спектрах существуют молекулярные полосы, присущие холодным звездам, и линии многократно ионизованных элементов, которые могут возникать лишь в условиях очень горячего излучения и низкой плотности.

Накопив огромный наблюдательный материал о симбиотических звездах, тщательно проанализировав существовавшие данные фотометрии и измерений лучевых скоростей и разлив специальные методы анализа таких нестандартных объектов, А.А. Боярчук блестяще решил загадку симбиотических звезд. Во-первых, он доказал, что сложные симбиотические спектры обусловлены излучением трех компонентов: холодной звезды-гиганта, белого карлика и горячего газа, возбужденного свечением горячего белого карлика. Во-вторых, А.А. Боярчук показал, что такая составная система – естественная стадия эволюции двойных звезд с компонентами различных масс, когда первоначально более массивный компонент уже перешел в стадию белого карлика, окруженного

разреженной сброшенной оболочкой, а менее массивный, но более яркий в видимых лучах компонент еще пребывает в состоянии красного гиганта. Эта модель А.А. Боярчука получила многочисленные подтверждения в последующих оптических, инфракрасных, ультрафиолетовых и радио- наблюдениях. Ныне она общепринята (Земля и Вселенная, 1992, № 4). По существу, это была первая концепция, тесно связавшая общие принципы теории звездной эволюции с наблюдениями широкого класса нестационарных звезд. В настоящее время теория поздних стадий эволюции двойных систем, выросшая из концепции А.А. Боярчука, – одна из наиболее активно разрабатываемых ветвей астрофизики. Она включает рассмотрение семейства различных катаклизмических систем, все разнообразие симбиотических, новых и новоподобных звезд. А 33 года назад, когда А.А. Боярчук выступил со своими фундаментальными результатами на международном симпозиуме, ему оппонировал известный астрофизик старшего поколения, который предложил рассматривать феномен симбиотичности как свечение полярных сияний в звездных атмосферах. В последние годы А.А. Боярчук инициировал новое направление в исследовании тесных двойных систем, объединяющее астрофизические наблюдения с гидродинамическими расчетами. Уже получены качественно новые результаты о характере перетекания вещества в таких системах и о его свечении (Земля и Вселенная, 1999, № 1).

А.А. Боярчук внес фундаментальный вклад в изучение химического состава звездных атмосфер: определил содержание различных элементов в атмосферах Ве- и симбиотических звезд, открыл аномально количество гелия в системе β Лир и избыток металлов в атмосфере Сириуса, оценил содержание CNO-элементов (углерод, азот, кислород) по абсорбционному спектру Новой Лебеда 1975 г. благодаря успешным наблюдениям этого объекта в КРАО, которые проводились в первые часы после вспышки. Одним из первых исследовал химический состав атмосферы уникального быстро эволюционирующего объекта

FG Стрелы. Все эти классические результаты послужили экспериментальной базой для теории истечения вещества на поздних стадиях звездной эволюции и концепции обмена масс в двойных системах.

Начатые в КрАО под руководством А.А. Боярчука исследования химического состава атмосфер красных гигантов, важные для понимания звездной эволюции, были продолжены в Институте астрономии РАН. Известно, что основной источник энергии звезд – ядерные реакции синтеза химических элементов, которые осуществляются в глубоких слоях звезды. На всех этапах эволюции протекают разные типы реакций, приводящие к образованию различных химических элементов в этих слоях. Когда звезда уходит с главной последовательности в область красных гигантов, у нее постепенно увеличивается конвективная оболочка, которая достигает тех слоев, где во время пребывания звезды на стадии главной последовательности шли ядерные реакции, и выносит это вещество на поверхность звезды. Поэтому в атмосферах красных гигантов наблюдается аномальное содержание отдельных элементов. Изучение этих аномалий дает важную информацию о внутреннем строении звезд и о ядерном синтезе в их глубинах на различных стадиях эволюции. Еще в 70-х гг. совместно с сотрудниками КрАО А.А. Боярчук открыл, что в сверхгигантах, кроме известного к тому времени избытка элементов CNO-цикла, наблюдается также избыток натрия. Многие астрофизики сначала отнеслись к этому наблюдательному факту с некоторым недоверием, так что понадобились дополнительные тщательные наблюдения, чтобы убедить сомневающихся.

Исследования, проводимые в ИНАСАН под руководством А.А. Боярчука, показали, что наблюдаемый в атмосферах красных гигантов избыток натрия хорошо подчиняется зависимости “избыток натрия – светимость”, существование которой им было установлено ранее для сверхгигантов спектрального класса F. Это свидетельствует о единой природе происхож-

ждения избытка содержания натрия у сверхгигантов и гигантов. Выявлено также существование аналогичных зависимостей для наблюдаемого содержания алюминия и кремния. Наблюдаемые избытки этих элементов свидетельствуют о том, что в недрах даже не очень массивных звезд, кроме CNO-цикла происходят также MgAl- и NeNa-циклы горения водорода. (В этих реакциях исходный элемент поочередно захватывает четыре протона, а в конце цепочки превращений испускает ядро гелия и возвращается в исходное состояние.)

Еще одно направление исследований, в которое вклад А.А. Боярчука огромен, – изучение сложных процессов, происходящих в двойных звездных системах. Тесные двойные звезды обладают уникальным свойством – их компоненты в ходе эволюции обмениваются веществом. Значение этого эффекта чрезвычайно велико как при рассмотрении эволюционного статуса звезды, так и при интерпретации наблюдательных данных. Большинство наиболее интересных наблюдательных проявлений мира звезд, обнаруженных за последние десятилетия, связано не с одиночными звездами, а с процессами в двойных системах (обмен веществом, процессы аккреции, образование аккреционных дисков и т.п.).

Как правило, исследования эволюции двойных систем опирались на усредненные во времени макрохарактеристики процессов массообмена и не рассматривали детали картины течения вещества в системе. В то же время теоретические



А.А. Боярчук и профессор И. Ибен (США). 1998 г.

исследования и наблюдения свидетельствуют о сложной динамической структуре течения вещества во взаимодействующих двойных системах.

Для исследования всей структуры и детального анализа физических процессов во взаимодействующих двойных системах необходимо привлечь методы математического моделирования. В 1990-х гг. группа сотрудников Института астрономии РАН и Института прикладной математики РАН во главе с А.А. Боярчуком разработала ряд двух- и трехмерных газодинамических моделей для исследования процессов обмена веществом во взаимодействующих двойных системах. Применение этих моделей к различным классам взаимодействующих двойных звезд существенно изменило общие представления о массообмене в двойных звездах. Расчеты были выполнены для типичных представителей маломассивных рентгеновских и катаклизмических двойных.

Полученные результаты свидетельствуют о качественно похожем характере течения в исследуемых системах, что, в свою очередь, позволяет говорить об универсальности установившейся структуры течения для полуразделенных двойных систем без магнитного поля.

В подобных системах обмен веществом идет через окрестность внутренней точки Лагранжа. Выяснилось также, что разреженный газ общей оболочки сильно влияет на структуру газовых потоков в системе. Он взаимодействует со струей вещества, вытекающего из окрестности внутренней точки Лагранжа, и отклоняет ее, что приводит к безударному (касательному) взаимодействию струи с наружным краем аккреционного диска, и, как следствие, к отсутствию горячего пятна в диске. В то же время взаимодействие газа общей оболочки со струей приводит к образованию протяженной ударной волны переменной интенсивности, расположенной вдоль края струи. Ударная волна и область максимального энерговыделения ориентированы совсем не так, как это было принято ранее в моделях со стандартным горячим пятном. Волна подходит к диску по касательной, и область высвечивания горя-

чего газа – “горячая линия” – лежит вне аккреционного диска.

Сравнение синтезированных и наблюдаемых кривых блеска для нескольких звезд показало их хорошее согласие. На рассчитанных кривых можно наблюдать практически все основные детали, характерные для наблюдаемых кривых блеска. Полученные А.А. Боярчуком и его коллегами результаты свидетельствуют, что в рамках рассматриваемой модели течения с “горячей линией” можно объяснить все многообразие наблюдаемых кривых блеска.

Учет влияния формирующейся общей оболочки привел к кардинальному изменению наших представлений о параметрах массообмена в двойных системах. Рассчитанный суммарный поток массы от звезды-донора оказался в десятки раз больше по сравнению с оценками стандартных моделей, полученными при тех же значениях параметров газа на поверхности истекающей звезды (донора). Кроме того, газ общей оболочки изменил и картину течения вблизи ее поверхности, что тоже влияет на общую структуру газовых потоков в системе, а следовательно, и на регистрируемые наблюдательные проявления.

Наряду с перетеканием газа через внутреннюю точку Лагранжа в последнее время астрофизики все больше внимания уделяют исследованию другого возможного механизма обмена веществом во взаимодействующих двойных системах – звездному ветру. Интерес к подобным исследованиям определяется, в частности, тем, что к системам, где истекающая звезда не заполняет свою полость Роша и обмен веществом идет посредством звездного ветра, относятся очень интересные в наблюдаемых проявлениях симбиотические и массивные рентгеновские звезды.

Проведенные под руководством А.А. Боярчука исследования показали, что в двойных системах с компонентами, не заполняющими полости Роша, картина течения вещества определяется в значительной степени потоком вещества на вторичную компоненту, вызванным орбитальным движением аккрецирующей звезды в газе звездного ветра. Взаимо-

действующие потоки приводят к усложнению общей картины течения и изменению параметров массообмена, определяющих эволюцию системы.

Анализ показывает, что при больших скоростях ветра в двойных системах существует коническая ударная волна, обусловленная прямым потоком вещества от звезды-донора. Увеличение скорости ветра приводит к уменьшению раствора конуса и смещению его оси к линии, соединяющей центры звезд. Уменьшение скорости ветра заметно усложняет картину течения и, в частности, формирует сложную структуру из ударных волн и тангенциальных разрывов. В подобных системах при уменьшении скорости ветра наряду с прямым потоком вещества от звезды-донора существенную роль начинает играть поток, обусловленный орбитальным движением звезд-аккретора в газе звездного ветра. Характерная особенность рассчитанной структуры при малых скоростях ветра (типичных для симбиотических звезд значений – меньше $30 \div 50$ км/с) – наличие двух ударных волн на пути орбитального движения и между компонентами системы вместо конической ударной волны. В таких системах вещество, аккрецирующееся на компактный объект, движется по заручивающейся спирали, причем скорость газа существенно превышает скорость вещества, не вовлеченного в процесс аккреции. В расчетах также было отмечено, что во всех низкоскоростных (когда скорость ветра меньше орбитальной скорости) вариантах наблюдалось формирование устойчивого аккреционного диска. Увеличение скорости ветра приводит к существенному уменьшению скорости аккреции.

В 70–80-х гг. А.А. Боярчук руководил космическим экспериментом АСТРОН. Он участвовал в разработке и расчетах космического телескопа, формировании комплекса научной аппаратуры, практической сборке и отладке телескопа в КраО, составлении и реализации научной программы эксперимента, в разработке методики и в обработке большей части полученных материалов. В 1983–89 гг. во время работы на орбите обсер-

ватории АСТРОН были получены такие важные результаты, как распределение энергии в спектрах более 100 звезд, перекрывших практически всю диаграмму Герцшпрунга–Рессела, прямое обнаружение предполагавшихся горячих белых карликов в симбиотических системах, оценки градиента скорости истечения вещества из горячих звезд, интересные данные по составу излучения активных ядер галактик, а также данные об активных процессах на красных карликах.

Особенный интерес вызвали полученные А.А. Боярчуком данные об эволюции темпа истечения вещества из ядра кометы Галлея в процессе ее приближения и удаления от Солнца. Также важными были наблюдения знаменитой Сверхновой 1987А, вспыхнувшей в Большом Магеллановом Облаке. Данные с АСТРОНа явно показали, что в более глубоких слоях оболочки Сверхновой содержится больше тяжелых элементов, которые образовались при взрыве. Об этом свидетельствовало усиление спектральных линий этих элементов по мере того, как оболочка становилась более прозрачной в процессе расширения. За создание космической обсерватории АСТРОН А.А. Боярчук был удостоен Государственной премии.

Стремительное развитие космической астрофизики в последние 15 лет не отодвинуло в тень полученные на АСТРОНе результаты, и богатый опыт этой работы сейчас интенсивно используется при разработке космического эксперимента нового поколения – проекта СПЕКТР-УФ, научным руководителем которого стал А.А. Боярчук.

СПЕКТР-УФ – международная внеатмосферная обсерватория для наблюдений в ультрафиолетовом участке спектра (Земля и Вселенная, 1999, № 2). Крупный космический телескоп с диаметром главного зеркала 1.7 м будет оснащен спектрографами высокого и низкого разрешения, камерой для построения высококачественных изображений и поляриметром. Такой набор научных приборов позволяет обеспечить решение многих наблюдательных задач. По своим возможностям обсерватория СПЕКТР-УФ значительно превосходит весьма успеш-



но поработавшую космическую ультрафиолетовую обсерваторию IUE и близка к всемирно известному Космическому Телескопу им. Хаббла (HST).

СПЕКТР-УФ входит в число приоритетных проектов Федеральной космической программы России. Проект продолжает осуществляться, несмотря на серьезные трудности с финансированием.

В середине 90-х гг. академик А.А. Боярчук, ясно представляющий уровень мировой и отечественной астрономии, отметил глубокое отставание астрометрии по сравнению с астрофизикой, ставшей всеволновой после вывода в космос наблюдательной аппаратуры. Он предложил на несколько порядков повысить точность измерения угловых положений светил с помощью космического оптического интерферометра. Под его руководством за несколько лет был разработан прибор совершенно нового типа "ЗОДИАК" (звездный оптический дугомер-интерферометр для астрометрии в космосе) и пересмотрены традиционные подходы к фундаментальной астрометрии. Сейчас работы в этом направлении включены в Федеральную космическую программу, и, если будет достаточное финансирование, мы скоро станем свидетелями поразительных открытий.

В области фундаментальных космических исследований авторитет А.А. Бо-

Руководители Российского авиакосмического агентства Ю.Н. Коптев, В.В. Алавердов и директор ИНАСАН академик А.А. Боярчук.

ярчука исключительно велик. Он известен как крупнейший специалист по внеатмосферной астрономии. Российская академия наук и РОСАВИАКОСМОС поручили ему ответственную работу по координации космических исследований в России. С 1997 г. он – первый заместитель председателя Совета РАН по космосу, в 1994 г. был избран членом бюро КОСПАР (Комиссия по мирному использованию космического пространства при ООН).

А.А. Боярчук – член ряда зарубежных и российских научных обществ и академий. В 1993–95 гг. он был президентом Международного астрономического союза (наивысшее признание заслуг ученого международной научной общестvenностью). С 1987 г. – главный редактор "Астрономического журнала". Член редколлегий журналов "Доклады РАН", "Наука в России", "Земля и Вселенная", "Астрофизика" (Армения). Автор 250 научных статей и монографий. Награжден высокими государственными наградами и отмечен премиями.

А.А. Боярчук воспитал учеников, многие из которых сами уже стали авторитетными астрофизиками. Среди них –

академик АН Татарстана профессор Н.А. Сахибуллин, доктора физико-математических наук И.С. Саванов и Л.С. Любимков.

А.А. Боярчук умеет увлечь работающих с ним коллег в решение наиболее интересных научных задач. Его отличает доброжелательность, общительность, скромность и порядочность. Он умеет принимать взвешенные и целенаправ-

ленные решения, твердо и принципиально добиваясь их выполнения. А.А. Боярчук заслуженно пользуется большим авторитетом и искренним уважением коллег и друзей.

Сотрудники ИНАСАН, КрАО, редколлегия и редакция журнала "Земля и Вселенная" желают Александру Алексеевичу здоровья и новых больших творческих успехов.

Информация

Рождение звезд в пылевом облаке

На Европейской Южной Обсерватории в феврале 2000 г. проведены наблюдения RCW 108, комплекса молодых звезд и туманностей, расположенного в созвездии Жертвенни-

ка на расстоянии около 4000 св. лет от Солнца. Был использован 3.58-м Телескоп Новых Технологий с установленной на нем инфракрасной камерой SOFI.

Ранее, в апреле 1999 г., этот объект был изучен с помощью 2.2-м телескопа и широкоугольной камеры WFI, работающей в оптических лучах. При сравнении снимков стали очевидны преимущества наблюдений в инфракрасных лучах при исследовании объектов, глубоко погруженных в темные пылевые облака.

На инфракрасном снимке видно гораздо больше звезд. Это молодые звезды, еще окруженные пылью и газом – остатками протозвездного облака, поглощающими их излучение в оптической части спектра. Намного больше звезд просвечивают через темные пылевые туманности, четко очерченные вокруг "эмиссионной" туманности IRAS 16362-4845, детали которой можно рассмотреть только в инфракрасных лучах.

ESO Press Photos 30a-b/00
27 October 2000

Эдуард Васильевич Толль

М.Г. ДЕЕВ,
кандидат географических наук
МГУ им. М.В. Ломоносова

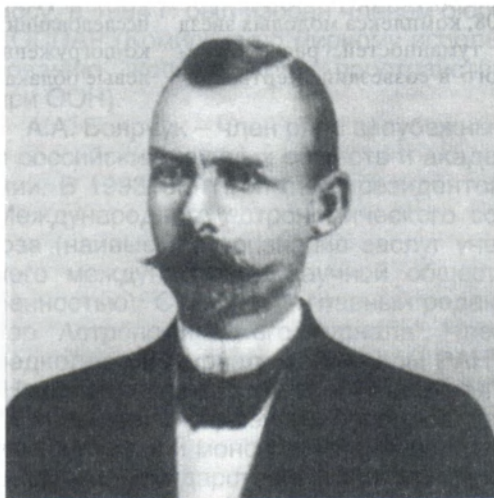
В последней четверти XIX в. на географических картах Арктики отсутствовали десятки больших и малых островов и даже один из крупных архипелагов, но в то же время присутствовали земли, в действительности не существующие. Так, на протяжении более 100 лет скромным пунктиром наносилась на карты Земля Санникова – одна из наиболее известных арктических земель-призраков.

Ее неоднократно наблюдали, но никто не смог к ней добраться, потому что путь по льдам всякий раз преграждали полыньи. Гипотетическая земля к северу от Новосибирских островов долгое время привлекала к себе внимание многих арктических исследователей. Разрешение вопроса о Земле Санникова стало одной из главных задач первой Русской полярной экспедиции, снаряженной Императорской академией наук. Ею руководил известный геолог и полярный исследователь Эдуард Васильевич Толль.

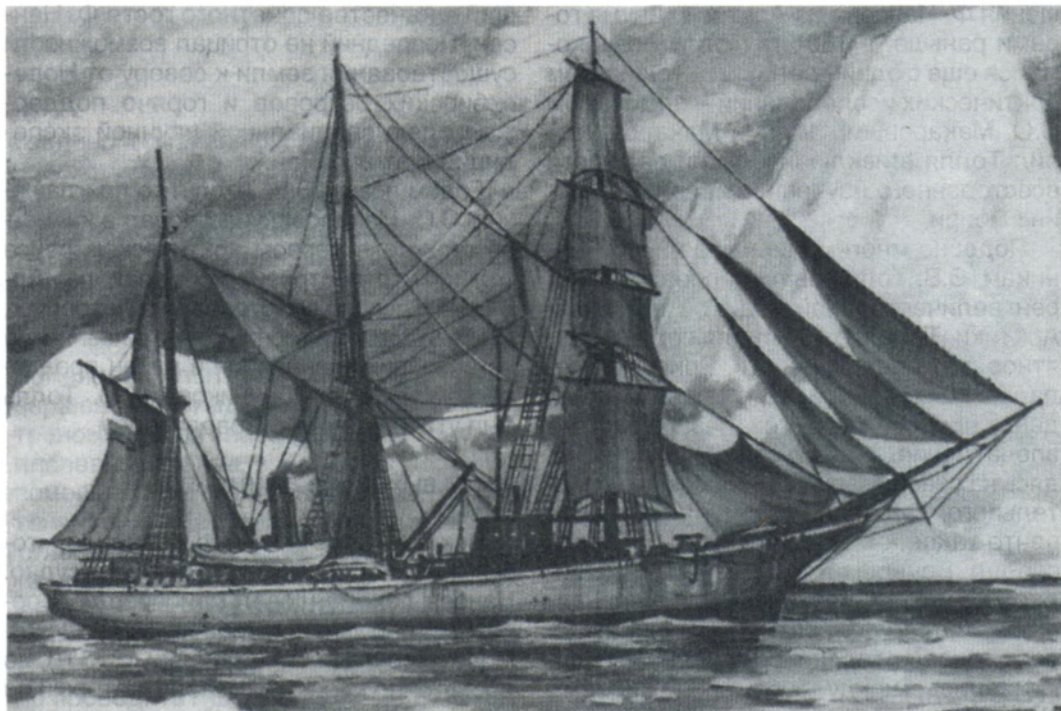
ОН ВЫБРАЛ ГЕОЛОГИЮ И АРКТИКУ

Э.В. Толль (1858–1902) – весьма заметная фигура в российских академических кругах конца XIX в. Он родился 14 марта 1858 г. в Ревеле, в обедневшей семье курляндских баронов. В 1882 г. закончил естественно-исторический факультет Дерптского университета (г. Тарту), где изучал медицину, зоологию,

минералогию. Кандидатскую диссертацию Э.В. Толль защитил по зоологии, посвятив свои первые научные исследования фауне Средиземного моря, но впоследствии больше заинтересовался геологией, и эта наука стала его главным увлечением на всю жизнь. Ему посчастливилось учиться у крупнейшего русского геолога академика Ф.Б. Шмидта, директора Геологического музея Академии наук.



Э.В. Толль (1858–1902) – выдающийся полярный геолог, начальник первой Русской полярной экспедиции. Фото 1898 г.



Судно "Заря", на котором Э.В. Толль отправился на поиски гипотетической Земли Санникова (по рис. Ю. Макарова и В. Дыгало).

В 1884 г. молодой ученый принял участие в экспедиции полярного путешественника и морского врача А.А. Бунге (1851–1930). Начав маршрут от г. Верхоянска, Э.В. Толль прошел 1500 км по долине р. Яны, изучая геологическое строение района, а во время полярной ночи вместе с А.А. Бунге проводил стационарные наблюдения в устье Яны. В разгар зимы Толль организовал раскопки останков мамонта на р. Бор-Юрях. В мае 1886 г. он перебрался на собачьей упряжке на Новосибирский архипелаг и стал фактически первым его исследователем. Его геологический маршрут пересекал острова Большой Ляховский, Котельный, Земля Бунге, Фаддеевский и Новая Сибирь. В результате был сделан обоснованный вывод о древнем мощном оледенении Новосибирского архипелага и прилегающих островов. Э.В. Толль впервые исследовал обнажения ископаемого льда на Новосибирских островах,

сохранившегося со времен ледникового периода.

Большое влияние на формирование научных взглядов Э.В. Толля и его пристрастие к Арктике оказало знакомство с Фритьофом Нансеном в 1890 г. в Вене, где оба выступили с докладами на Международном географическом конгрессе. Нансен был уже всемирно известен своим беспримерным пересечением Гренландии (в 1888 г.), а теперь выдвинул необыкновенно дерзкий проект дрейфа через Центральную Арктику на специально вмороженном в лед корабле. По просьбе Нансена Толль организовал покупку и доставку двух партий сибирских ездовых собак для норвежской экспедиции на "Фраме". Помимо этого весной 1893 г., во время своей второй арктической экспедиции, он заложил аварийные продовольственные склады в нескольких пунктах побережья о. Котельный на случай, если бы норвежцам пришлось покинуть судно и выходить на материк через Новосибирские острова. В 1896 г. Русское географическое общество командировало Э.В. Толля в Норвегию для участия в торжествах по поводу возвра-

щения Ф. Нансена из Арктики. Двадцатью годами раньше, в 1894 г., Толль познакомился еще с одним великим энтузиастом арктических исследований – адмиралом С.О. Макаровым. Именно Макаров убедил Толля в исключительной важности всестороннего изучения северных окраин Сибири.

Подобно многим своим предшественникам, Э.В. Толль был очарован и покорен величественной и дикой природой Арктики. Там он открыл для себя необъятное поле деятельности. Вокруг лежала девственная природа, каждый новый день приносил яркие, незабываемые впечатления. 13 августа 1886 г., находясь на северо-западном побережье о. Котельного, Толль разглядел на горизонте нечто такое, от чего учащенно забилося сердце. Вечером в его дневнике появилась запись: “Мы ясно увидели в направлении на северо-восток контуры четырех столовых гор, которые к востоку соединялись между собой понижением”. Неужели в нескольких десятках миль перед ним лежала земля, которую когда-то видел сибирский охотник Яков Санников?

Достижение легендарной земли стало его мечтой. Свой проект ее поисков и исследования Толль впервые официально представил 17 апреля 1898 г. на заседании специальной комиссии Императорского русского географического общества. В обсуждении принимали участие адмирал С.О. Макаров, профессор Ф.Ф. Врангель, метеоролог академик М.А. Рыкачев и присутствовав-

ший в качестве почетного гостя Ф. Нансен. Последний не отрицал возможности существования земли к северу от Новосибирских островов и горячо поддерживал идею специальной научной экспедиции в этот район.

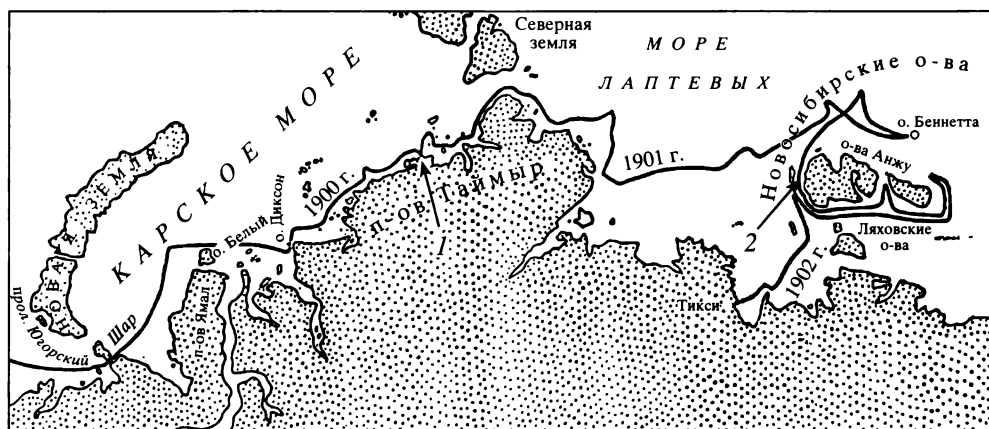
Годом позже Э.В. Толль, по приглашению С.О. Макарова, участвовал в качестве геолога в первом арктическом рейсе только что построенного ледокола “Ермак”. Но вскоре его отозвали в Петербург, где Академия наук приняла решение об организации экспедиции в район предполагаемой Земли Санникова. Э.В. Толль был утвержден ее руководителем.

“ЗАРЯ” ВЫХОДИТ В ПЛАВАНИЕ

Вскоре Толль выехал в Норвегию, чтобы подыскать там подходящее судно. Нансен рекомендовал приобрести деревянный парусный китобоец “Harald Haarfager”. Это старый (постройки 1873 г.), но достаточно крепкий корабль, который по конструкции и парусной оснастке принадлежал к типу китобойных или тюленебойных судов. Снабженный вспомогательной паровой машиной, он был хорошо приспособлен к работе во льдах полярных морей.

Для предстоящей экспедиции корабль подвергли серьезному ремонту и переименовали в “Зарю”. Для своего времени это судно было хорошо подго-

Маршруты плавания “Зари” в морях Карском и Лаптевых в 1900–02 гг. (1 и 2 – места зимовок).



товлено к плаванию, снабжено картами, необходимыми инструментами и навигационными приборами. Норвежское регистровое бюро "Веритас" выдало ей аттестат дальнего плавания на три года.

При наборе экипажа предпочтение отдавали военным морякам. Командиром "Зари" утвержден лейтенант Н.Н. Коломейцев, опытный гидрограф, в совершенстве владевший искусством астрономической навигации, к тому же плававший ранее в Карском море. Его помощником и штурманом назначен лейтенант Ф.А. Матисен; помимо судоводительских обязанностей он должен был также выполнять метеорологические наблюдения. Третьим офицером "Зари" стал лейтенант А.В. Колчак, которому, кроме несения ходовых вахт, предстояло проводить гидрологические и магнитные исследования.

После того как было опубликовано сообщение о снаряжении Русской полярной экспедиции, Академия наук получила несколько сотен писем от желающих отправиться в далекое и опасное плавание. В научную группу кроме начальника экспедиции включены еще три исследователя. Зоолог А.А. Бялыницкий-Бируля откомандирован Зоологическим музеем Академии наук, астроном и магнитолог Ф.Г. Зееберг рекомендован директором Пулковской обсерватории, врачом экспедиции и вторым зоологом назначен Г.Э. Вальтер.

Научная программа предусматривала многочисленные и продолжительные санные походы в малоизвестные районы. Для этого закупили и доставили на "Зарю" 60 ездовых собак.

21 июня 1900 г. "Заря" покинула место своей стоянки на Неве и через Кронштадт, Ревель, Берген, Тромсё и Александровск-на-Мурмане направилась в Баренцево море. По пути запасались углем, грузили научное оборудование и приборы, принимали снаряжение для санных походов и ездовых собак. "Заря" успешно выдержала первый шторм в Баренцевом море и 8 августа 1900 г. через



пролив Югорский шар вышла в Карское море.

Научная работа началась с гидрологических и гидробиологических наблюдений. Крепкий корпус "Зари" легко выдерживал плавание в разреженных льдах, но слабая паровая машина не позволяла форсировать сплоченные льды, приходилось лавировать, останавливаться, искать более свободный путь. Обогнув полуостров Ямал и о. Белый, 13 августа "Заря" встала на якорь в гавани Диксона.

Толль планировал уже в первую навигацию обойти мыс Челюскина и зазимовать у восточных берегов Таймыра, однако Арктика внесла свои коррективы. Несовершенство карт привело к серьезным осложнениям. Ледяная преграда в заливе Миддендорфа, обозначенном на карте как Таймырский пролив, продержала судно в ловушке почти месяц. Было потеряно самое лучшее время для плавания у северных берегов Таймыра. Еще десять дней "Заря" упорно стремилась пройти дальше на северо-восток, но появление на море молодого льда красноречиво говорило о том, что навигация заканчивается.

Первую зимовку экспедиция провела в гавани Колина Арчера, где велись регулярные метеорологические и магнитные наблюдения, совершались санные маршруты, собирались геологические и зоологические коллекции.

Вторая арктическая навигация началась 30 августа 1901 г., когда "Заря" освободилась от ледяных оков и под парами двинулась на северо-восток. Немногим более суток понадобилось, чтобы по чистой воде подойти к мысу Челюскина. Знаменательное событие! "Заря" стала первым русским кораблем (и третьим в истории мореплавания), обогнувшим самую северную точку Азии. Высадившись на берег, Колчак и Зееберг определили координаты исторического места: 77°40' с.ш. и 104° в.д.. На берегу соорудили памятный гурий (пирамиду из камней), а потом на борту яхты торжественно отметили это событие.

К ЗЕМЛЕ САННИКОВА

Обогнув Таймыр, "Заря" направилась в район предполагаемой Земли Санникова. Наступили самые напряженные дни плавания. Льды то и дело заставляли менять курс, частые туманы ограничивали видимость. День за днем проходил в томительном ожидании. 11 сентября во время короткого прояснения в нескольких милях показались скалистые берега о. Беннетта, но подойти к ним не позволили сплоченные ледяные поля. "Заря" сделала еще одну попытку пройти дальше к северу от Новосибирских островов, но все было напрасно. По ночам снасти покрывались инеем, на палубе замерзала вода, неумолимо приближалась зима. Опасаясь льдов в открытом море, Толль отдал приказ идти на зимовку к западному берегу о. Котельный.

18 сентября 1901 г. вошли в Нерпичью бухту, где произошла встреча со вспомогательным отрядом геолога К.А. Воллосовича. На берег свезли собак, соорудили помещения для стационарных научных наблюдений и даже построили баню. Наступили зимовочные будни. Бесперебойно велись регулярные метеорологические и геомагнитные наблюдения. Но но-

вогодние и рождественские празднества были омрачены смертью доктора Г.Э. Вальтера, последовавшей из-за сердечной недостаточности.

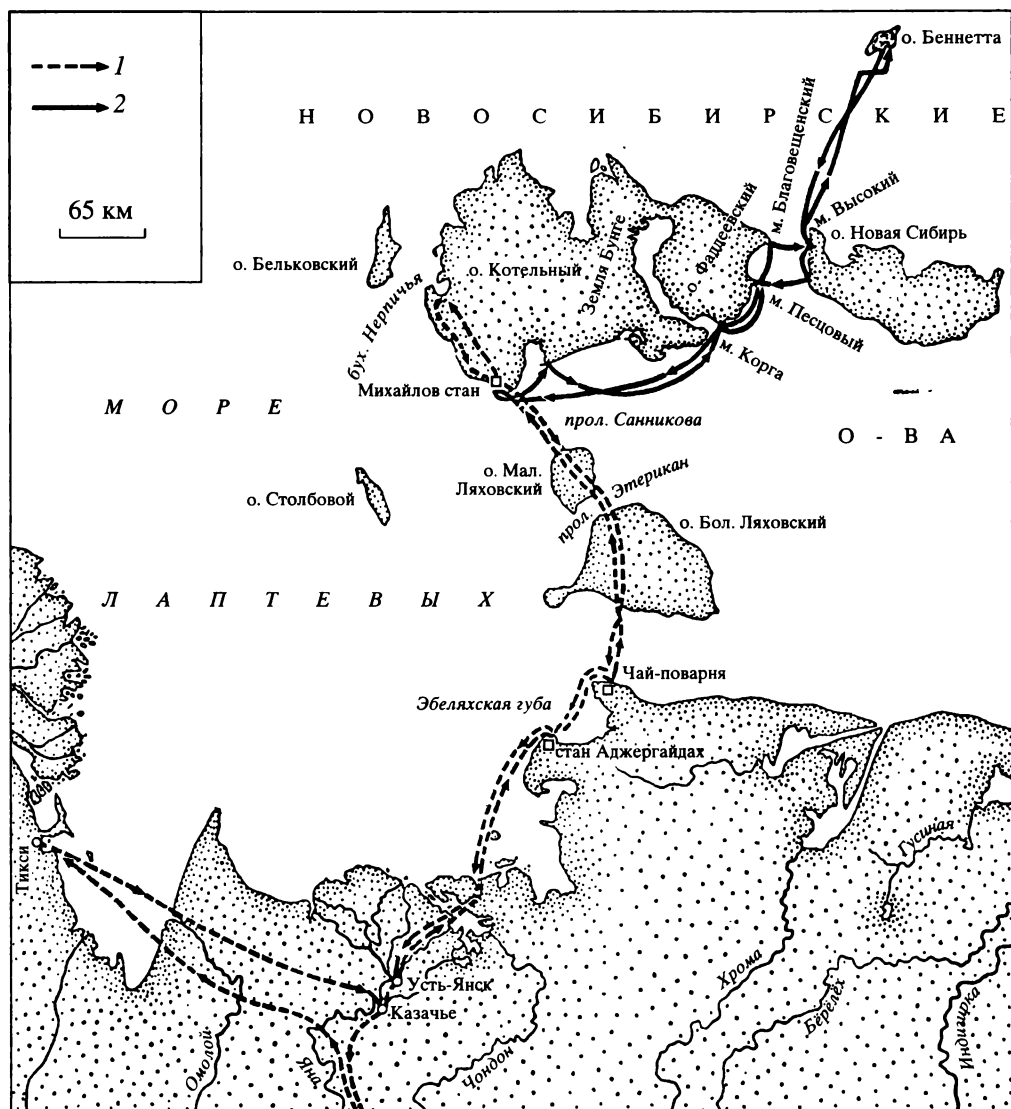
Санная партия лейтенанта Матисена сделала несколько попыток пройти по льдам к северу от о. Котельного, но всякий раз ее останавливали широкие пространства открытой воды.

В мае 1902 г. А.А. Бялыницкий-Бируля с двумя каюрами ушел с "Зари" на о. Новая Сибирь, чтобы полнее использовать летнее время для исследовательских работ. В начале июня с той же целью Э.В. Толль с Ф.Г. Зеебергом в сопровождении двух каюров отправились на о. Беннетта. Обе партии с островов должна была снять в предстоящую навигацию "Заря".

Навигация 1902 г. сложилась для "Зари" крайне неблагоприятно из-за тяжелой ледовой обстановки. В середине июля яхта покинула место зимовки, вскоре ее затерло среди крупных ледяных полей, и в попытках освободить судно прошло больше месяца. Только 21 августа "Зарю" смогли вывести из ледяных тисков. Выяснилось, что пройти к островам Новая Сибирь и Беннетта невозможно. Вокруг Новосибирских островов всюду простирались сплоченные ледяные поля. Расшатанный корпус "Зари" пропускал столько воды, что с ней справлялась только паровая помпа. В критическом состоянии находилась изношенная судовая машина, подходили к концу запасы угля. Попытки пробиться на помощь партиям Толля и Бялыницкого-Бирули с каждым днем увеличивали вероятность оказаться в ледовом плену на аварийном судне, без топлива и припасов, что грозило всем неминуемой гибелью.

НА ПОМОЩЬ Э.В. ТОЛЛЮ

Выполняя приказ Толля – сохранить судно и доставить участников экспедиции на материк, – капитан 8 сентября привел "Зарю" в пустынную бухту Тикси. Экипаж яхты, оставив там судно, через три с половиной месяца добрался до Петербурга. Пришло сообщение, что партия Бялыницкого-Бирули благополучно возвратилась с о. Новая Сибирь в устье



Путь спасательной партии А.В. Колчака к о. Беннетта в 1903 г. (1 – санный маршрут, 2 – плавание на вельботе).

р. Яны, но судьба начальника экспедиции и трех его спутников оставалась неизвестной.

Специальная комиссия Академии наук, выслушав доклад о состоянии дел в экспедиции, постановила отправить спасательную партию под руководством лейтенанта А.В. Колчака, предложившего смелый, хотя и очень рискованный, проект плавания к о. Беннетта на одном

из китобойных вельботов "Зари". Отряд Колчака выехал из Петербурга 22 февраля 1903 г. и добрался до Тикси 16 апреля. На лед спустили тяжелый вельбот, укрепили его на нартах и отправились в далекий 1000-километровый поход к о. Котельный. Дорогу нередко приходилось прокладывать сквозь нагромождения торосов. Собаки выбивались из сил, и тогда люди сами впрягались в постромки и помогали тащить непомерный груз. 28 мая отряд достиг юго-западного берега о. Котельный, где решено было дожидаться взлома припая и дальше двигаться по воде.

Два месяца спустя семь человек вышли на вельботе в рискованный морской поход, обогнули южные берега островов Котельного и Фаддеевского, пересекли Благовещенский пролив и высадились у северо-западной оконечности о. Новая Сибирь. 13 августа вельбот взял курс на о. Беннетта и через двое суток достиг его южного побережья.

Вскоре нашли хижину, построенную отрядом Толля, а в ней вещи, коллекции, документы. Среди них была карта-схема острова и записка, из которой явствовало, что отряд ушел с о. Беннетта 8 ноября 1902 г., направившись к о. Новая Сибирь. Осталось невыясненным, какая причина вынудила опытного и осторожного начальника экспедиции повести свой отряд в полярную ночь по неокрепшему льду, без малейшего шанса на успех.

К этому времени вспомогательные отряды спасательной экспедиции осмотрели все северные побережья и приметные пункты Новосибирских островов, не обнаружив никаких признаков пребывания людей. Пришлось признать, что все погибли среди льдов пролива во время перехода с о. Беннетта.

На современных топографических картах в районах зимовок “Зари” можно отыскать имена почти всех участников Русской полярной экспедиции. Там есть бухта и река Коломейцева, залив Бирули, пролив Матисена, залив Вальтера, бухта и река Зееберга... Не повезло только объектам, которые были названы в честь А.В. Колчака. После драматических событий гражданской войны его имя стерли с карт услужливые гидрографы. Именем Э.В. Толля назван залив на северо-западном побережье Таймыра,

гора на о. Беннетта, мыс в шхерах Минина. Пролив Зари – память о корабле. Э.В. Толль в истории науки остался как автор первого геологического описания Новосибирских островов и теории образования в Сибири мощных залежей ископаемого льда.

Русская полярная экспедиция на “Заре” не ответила на вопрос о том, существует ли Земля Санникова, да и не могла этого сделать имевшимися в ее распоряжении средствами. Не найдена она и по сей день, но там, куда стремился Толль, обнаружена впоследствии обширная отмель – может быть, на месте растаявшего острова, сложенного льдом.

Экспедиция Э.В. Толля собрала богатый, во многом уникальный научный материал. Взять хотя бы первые систематические наблюдения за формированием, деформацией и разрушением ледяного покрова, проведенные А.В. Колчаком. Эти исследования послужили основой для его фундаментального труда “Лед Карского и Сибирского морей”, изданного в 1909 г. Бесценны результаты длительных серий метеорологических и геомагнитных наблюдений, впервые выполненных у северо-западных берегов Таймыра и на о. Котельный. Нельзя забывать о весьма ценных этнографических заметках Э.В. Толля, всегда с глубокой симпатией относившегося к “малым” народам Русского севера.

Сегодня представляется пророческим имя яхты “Заря”. Она проложила путь десяткам новых кораблей, сотням и тысячам достойных последователей Эдуарда Толля. Базовый модуль Международной космической станции также назван “Заря”.

Отечественные космонавты*



Джанибеков Владимир Александрович (р. 1942), 43-й космонавт, 86-й астронавт мира. Родился в п. Искандер в Узбекистане. В 1953 г. поступил в Ташкентское суворовское училище, закончил среднюю школу с золотой медалью. После окончания в 1965 г. Ейского высшего авиационного училища летчиков (ныне им. В.М. Комарова) до 1970 г. служил летчиком-инструктором в ВВС. Зачислен в отряд космонавтов

ЦПК ВВС (5-й набор) в 1970 г. С 1973 г. по 1986 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз-16, -19, -26, -36, -39, Т-6, -12 и -13" по программам полетов на орбитальных станциях "Салют-4", -6 и -7", по советско-американской ("Союз" – "Аполлон"), -венгерской, -монгольской ("Интеркосмос") и -французской программам. Выполнил 5 полетов общей продолжительностью 145 сут 15 ч 58 мин 29 с в качестве командира экипажей КК "Союз-27/26, -39, Т-6, -12 и -13" на ОС "Салют-6 и -7": 10–16.01.1978, 22–30.03.1981, 24.06–2.07.1982, 17–25.07.1984 (совместно с С.Е. Савицкой и И.П. Волком) и 6.06–26.09.1985 (совместно с В.П. Савиных). Совершил 2 выхода в открытый космос общей длительностью 8 ч 35 мин,

причем первый выход вместе с С.Е. Савицкой – первой женщиной-космонавтом, работавшей вне корабля. В последнем полете ему удалось вручную стыковать КК "Союз Т-13" с неуправляемой и "молчащей" ОС "Салют-7", перейти на ее борт и в условиях плохого освещения, недостатка воздуха и отрицательной температуры в течение двух недель реанимировать станцию, что позволило запустить на нее еще две экспедиции. Ушел из отряда космонавтов в 1986 г. С 1988 г. по 1997 г. – начальник одного из управлений ЦПК, генерал-майор. Дважды Герой Советского Союза. Награжден 4 орденами Ленина, другими орденами и медалями. Почетный гражданин нескольких городов России, Казахстана и США.



Добровольский Георгий Тимофеевич (1928–

1971), 24-й космонавт, 52-й астронавт мира. Родился в Одессе. Во время войны при фашистской оккупации попал в гестапо за связь с подпольем и хранение оружия. Его спасли подпольщики, организовав побег группе заключенных. Поступил в Одесскую спецшколу ВВС, которую окончил в 1946 г. После окончания в 1950 г. Чугу-

евского военного авиационного училища летчиков служил в авиационных частях Одесского и Прибалтийского военного округов, группе советских войск в Германии, дослужился до заместителя командира эскадрильи. Освоил несколько типов самолетов, получил звание "Военный летчик первого класса", выполнил 111 парашют-

*Продолжение. Начало см.: 2001, №№ 1, 2.

ных прыжков, инструктор и спортсмен-парашютист первого разряда. В 1961 г. закончил Военно-воздушную академию (ныне им. Ю.А. Гагарина), продолжил службу замполитом авиационной эскадрильи. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (2-й набор) в 1963 г. С 1965 г. по 1971 г. проходил подготовку по программам "Восток", "Восход", "Союз" и к полету на ОС "Салют". Вы-

полнил полет 6–30.06.1971 на КК "Союз-11" и ОС "Салют" (совместно с В.Н. Волковым и В.И. Пацаевым) в качестве командира первой в мире экспедиции на пилотируемой станции. В течение 23 сут 18 ч 21 мин 43 с провел на станции научнотехнические эксперименты и медико-биологические исследования. На участке спуска с орбиты произошло быстрое падение давления в

кабине корабля, что привело к внезапной гибели экипажа. Похоронен в Кремлевской стене, в Одессе установлен его бронзовый бюст. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями. Почетный гражданин г. Одессы. Его имя носят улицы, учебные заведения, научно-исследовательское судно РАН, кратер на Луне и малая планета.



Егоров Борис Борисович (1937–1994), 9-й космонавт, 13-й астронавт мира. Родился в Москве в семье академика, известного нейрохирурга. В школе занимался радиотехникой и астрономией. Пошел по стопам родителей: в 1961 г. окончил 1-й Московский медицинский институт им. И.М. Сеченова. Еще студентом пришел работать в Государственный научно-исследовательский испытательный институт авиационной и космической медицины, занимался изучением вестибулярного аппарата. В 1962 г. подал заявление о

приеме в отряд космонавтов, но не прошел медкомиссию из-за близорукости. В 1964 г. ему предложили вместе с другими авиационными медиками готовиться к полету на многоместном корабле. За полгода в группе космонавтов он выполнил весь комплекс тренировок и вошел в состав основного экипажа КК "Восход". Выполнил полет 12–13 октября 1964 г. на первом в мире многоместном КК "Восход" (совместно с В.М. Комаровым и К.П. Феоктистовым) в течение 1 сут 00 ч 17 мин 03 с. Этот полет отмечался повышенным риском: невозможность спасения экипажа при запуске (не предусматривалось катапультирование) и посадке (в случае отказа тормозного двигателя), т.к. корабль тогда оставался на орбите в течение трех недель, а запасов воздуха и пита-

ния было на двое суток. На орбите он провел медико-биологические эксперименты. После полета до 1984 г. работал в Институте медико-биологических проблем АН СССР, в 1968 г. защитил кандидатскую, а в 1979 г. – докторскую диссертацию, автор ряда работ по космической медицине. Доктор медицины Берлинского университета. До своей кончины возглавлял Научно-производственный центр Института медицинской биотехнологии. Герой Советского Союза. Награжден Золотыми медалями им. К.Э. Циолковского АН СССР, "Космос" (ФАИ) и Международной академии астронавтики, другими орденами и медалями. Удостоен звания Герой Вьетнама. Почетный гражданин Калуги, Клермон-Ферран (Франция) и Дебрецен (Венгрия).



Елисеев Алексей Станиславович (р. 1934), 16-й космонавт, 37-й астронавт мира. Родился в г. Жиздре Калужской обл. В 1951 г. поступил в МВТУ им. Н.Э. Баумана, в годы учебы увлекся фехтованием, стал мастером спорта и дважды чемпионом СССР. После окончания института с 1957 г. работал инженером-конструктором в ОКБ-1 (ныне РКК "Энергия"). Принимал участие в создании ракетно-космических систем, доктор технических наук. Принят в первую группу космонавтов для подготовки к полетам на КК "Союз" в 1966 г. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (1-й набор) в 1968 г. С 1968 г. по 1971 г. про-

ходил подготовку в составе экипажей КК "Союз-2, -5, -8 и -10" и по программам полетов на ОС "Салют". Выполнил 3 полета в качестве бортиженера экипажей общей длительностью 8 сут 22 ч 22 мин 33 с: 15–16.01.1969 (КК "Союз-5/4"), 13–18.10.1969 (КК "Союз-8") и 23–25.04.1971 (КК "Союз-10"). Во время первого полета, после стыковки с КК "Союз-4", в течение 37 мин совершил переход в этот корабль через открытый космос совместно с Е.В. Хруновым. В групповом полете кораблей "Союз-6–8" программой предусматривалась стыковка КК "Союз-7 и -8". В.Н. Кубасов (КК "Союз-6") должен был фотографировать стыковку. Из-за отказа системы управления стыковку отменили. Научно-технические эксперименты экипажи выполнили. КК "Союз-7 и -8" 15.10.1969 сблизились до 500 м и провели визуальные наблюдения. В третьем полете (первая двухнедельная экспеди-

ция на ОС "Салют") при стыковке КК "Союз-10" не удалось достичь полного стягивания аппаратов, экипаж не смог перейти на борт станции и возвратился на Землю. Продолжил работу в РКК "Энергия". В 1975 г. – руководитель полета кораблей "Союз-19" и "Аполлон" с советской стороны, в 1975–81 гг. руководил полетами экспедиций на ОС "Союз-4 и -6". Ушел из отряда космонавтов в 1986 г. В 1986–91 гг. – ректор МВТУ им. Н.Э. Баумана. Неоднократно избирался депутатом Верховного Совета СССР. Член-корреспондент Международной академии астронавтики. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотыми медалями им. К.Э. Циолковского АН СССР и Ю.А. Гагарина (ФАИ), другими орденами и медалями. Удостоен звания Герой Болгарии и ГДР. Почетный гражданин ряда городов России, Украины, Казахстана и Грузии.



Жолобов Виталий Михайлович (р. 1937), 35-й космонавт, 78-й астронавт мира. Родился в с. Збурьевка на Украине.

После окончания Азербайджанского института нефти и химии в 1959 г. стал офицером Советской Армии. Работал инженером-испытателем в различных войсковых частях. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (2-й набор) в 1963 г. Без отрыва от тренировок к полетам в ЦПК закончил в 1974 г. Военно-политическую академию им. В.И. Ленина, полковник. С 1975 г. по

1981 г. проходил подготовку в составе экипажей "Союз-14, -15 и -21" и по программам полетов на военных ОС "Алмаз" ("Салют-2, -3 и -5"). Выполнил полет 6.07–24.08.1976 на КК "Союз-21" и ОС "Салют-5" в качестве бортиженера длительной экспедиции по военной программе. На 42-е сут произошла авария – сработала сирена, погас свет и отключились многие бор-

товые системы, экипажу пришлось вручную ориентировать станцию. Работа станции была возобновлена. Но вместо 60 сут экипаж работал 49 сут 06 ч



Залётин Сергей Викторович (р. 1962), 92-й космонавт, 392-й астронавт мира. Родился в г. Щёкино Тульской обл. Увлёкся авиацией и в 1983 г. окончил Борисоглебское высшее военное авиационное училище летчиков, затем служил в авиационных ча-

23 мин 32 с. Ушел из отряда космонавтов в 1981 г. В 1990–92 гг. работал заведующим кафедрой геодезии, картографии и аэрокосмической съемки

стях Московского военного округа. Освоил несколько типов самолетов и налетал 1100 ч, получил квалификацию "Военный летчик первого класса", инструктор парашютно-десантной подготовки, подполковник. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (11-й набор) в 1990 г. С 1992 г. по 1997 г. тренировался в составе группы космонавтов-испытателей. В 1993–94 гг. без отрыва от подготовки в ЦПК учился в Государственной академии нефти и газа, стал инженером-экологом. С 1997 г. проходил

Киевского института геологии. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями. Почетный гражданин городов России и Украины.

подготовку в составе экипажей "Союз ТМ-28 и -30" (ЭО-26 и -28) и по программе полетов на ОК "Мир". Выполнил полет 04.02–16.06.2000 на КК "Союз ТМ-30" (совместно с А.Ю. Калери) в качестве командира последней длительной экспедиции на ОК "Мир". Продолжительность полета – 72 сут 19 ч 42 мин 16 с, совершил выход в открытый космос длительностью 5 ч 03 мин. Продолжает в отряде космонавтов готовиться к полетам на МКС. Герой России. Награжден орденами и медалями.



Зудов Вячеслав Дмитриевич (р. 1942), 37-й космонавт, 80-й астронавт мира. Родился в г. Бор Горьковской обл. (Нижегородская обл.). В 1963 г. окончил Балашовское высшее военное авиационное училище летчиков, затем служил в военнотранспортной авиации, налетал около 1200 ч, имеет первый разряд по парашютному спорту, полковник. В один из от-

пусков приехал в Москву и в павильоне "Космос" на ВДНХ случайно познакомился с Ю.А. Гагариным. Эта встреча стала судьбоносной. Он подал заявление в ЦПК. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (3-й набор) в 1965 г. С 1967 г. по 1982 г. проходил подготовку в составе экипажей "Союз-14, -15, -21, -23, -29, -32, -35 и Т-4" и по программам полетов на военных станциях "Алмаз" ("Салют-2, -3 и -5") и ОС "Салют-6". Выполнил полет 14–16.10.1976 на КК "Союз-23" (совместно с В.И. Рождественским) в качестве командира экспедиции на ОС "Салют-5". Продолжительность полета – 2 сут 00 ч 06 мин 35 с. Во время причаливания к

"Салюту-5" вышла из строя система управления сближением корабля, и стыковка была отменена. Трудности на этом не закончились. Спускаемый аппарат совершил ночную посадку на озере Тенгиз около Целинограда в условиях снежного бурана при температуре – 20°C среди ледяных торосов. Выходной люк оказался в воде и покинуть корабль было невозможно. Сотрудники поисково-спасательной службы освободили их из ледового плена. После ухода из отряда космонавтов работал в 1987–92 гг. заместителем начальника политотдела ЦПК. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.



Иванченков Александр Сергеевич (р. 1940), 44-й космонавт, 88-й астронавт мира. Родился в г. Ивантеевка Московской обл. В школе, которую закончил с золотой медалью, увлекался географией и авиамоделизмом. После окончания в 1964 г. МАИ работал инженером-конструктором в

ОКБ-1 (ныне РКК “Энергия”). Принимал участие в разработке новых космических аппаратов. Начал готовиться к космическим полетам в 1970 г. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК “Энергия” (3-й набор) в 1973 г. С 1974 г. по 1986 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз-16, -19, -25, -26, -27, -29 и Т-6”, по международным программам ЭПАС (“Союз” – “Аполлон”) и советско-французской, программам полетов на ОС “Салют-4, -6 и -7”. Выполнил 2 полета в качестве бортинженера общей длительностью 147 сут 12 ч 38 мин 24 с: 15.06–

2.11.1978 на ОС “Салют-6” (КК “Союз-29/31”) и 24.06–2.07.1982 на ОС “Салют-7” (КК “Союз Т-6”). Совершил выход в открытый космос продолжительностью 2 ч 05 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1993 г. Работает заместителем начальника лётно-испытательной службы РКК “Энергия”, занимается подготовкой космонавтов в ЦПК. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, другими орденами и медалями. Удостоен звания Герой ГДР.



Калери Александр Юрьевич (р. 1956), 73-й космонавт, 265-й астронавт мира. Родился в г. Юрмала (Латвия). После окончания в 1979 г. Московского физико-технического института работает инженером-конструктором в РКК “Энергия”. Участвовал в создании проектной и кон-

структорской документации, натурных испытаниях ОС “Мир”. Зачислен в отряд космонавтов-исследователей РКК “Энергия” (6-й набор) в 1984 г. После общекосмической подготовки в 1985–86 гг. готовился к полетам на ОС “Мир”. С 1987 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз ТМ-4, -12, -14, -24, -28 и -30” по программам ЭО-3, -9, -11, -22, -26 и -28 и международным программам – российско-немецкой (“Мир-92”), российско-американской (“Мир – NASA-3”) и российско-французской (“Антарес” и “Кассиопея”) для по-

лета на ОК “Мир”. Выполнил 3 полета в качестве бортинженера экипажей КК “Союз ТМ-14, -24 и -30” на ОК “Мир” общей длительностью 414 сут 02 ч 19 мин 16 с: 17.03–10.08.1992 (ЭО-11/“Мир-92”/“Антарес”), 17.08.1996–2.03.1997 (ЭО-22/“Кассиопея”) и 4.02–16.06.2000 (ЭО-28). Совершил 4 выхода в открытый космос общей продолжительностью 19 ч 42 мин. Продолжает подготовку к полетам в ЦПК. Герой России. Награжден орденом “За заслуги перед Отечеством”, другими орденами и медалями.



Кизим Леонид Денисович (р. 1941), 48-й космонавт, 98-й астронавт мира. Родился в г. Красный Лиман на Украине. После окончания в 1963 г. Черниговского высшего военного авиационного училища летчиков служил в

авиационных частях. Освоил несколько типов самолетов, “Военный летчик первого класса” и “Летчик-испытатель третьего класса”. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (3-й набор) в 1965 г. Без отрыва от тренировок

и подготовки к полетам в ЦПК закончил в 1975 г. Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина, генерал-полковник. С 1967 г. по 1982 г. проходил подготовку в составе экипажей "Союз Т-2, -6, -8, -9, -10 и -15", по программам полетов на военных космических станциях "Алмаз" ("Салют-2, -3 и -5") и ОС "Салют-6 и -7", а также по советско-индийской программе. В качестве командира экспедиций на станциях "Салют-6 и -7" выполнил 3 полета общей длительностью 374 сут 17 ч



Климук Петр Ильич (р. 1942), 28-й космонавт, 69-й астронавт мира. Родился в с. Комаровка (Белоруссия). После окончания в 1964 г. Черниговского высшего военного авиационного училища служил в авиационных частях. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (3-й набор) в 1965 г. С 1967 г. по 1980 г. проходил подготовку в со-

59 мин 42 с: 27.11–10.12.1980 (КК "Союз Т-3"), 8.02–2.10.1984 (КК "Союз Т-10/11") и 13.03–16.07.1986 (КК "Союз Т-15"). В последнем полете впервые в мире экипаж работал на двух пилотируемых станциях. Сначала в течение 50 сут провели испытание систем новой ОС "Мир", затем на комплексе "Салют-7" – "Космос-1686" – "Прогресс" за 50 сут выполнили эксперименты и возвратились на "Мир". Продолжительность полета – 211 сут 09 ч 04 мин 32 с. Совершил 8 выходов

состоя в составе экипажей КК "Союз-13, -17, -18А, -18 и -30", по лунной программе, программам советско-польской и экспедиций на ОС "Салют-4 и -6". Без отрыва от тренировок в 1977 г. окончил Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина. Выполнил 3 полета общей продолжительностью 78 сут 18 ч 18 мин 42 с в качестве командира экипажей: 18–26.12.1973 (КК "Союз-13"), 24.05–26.07.1975 (КК "Союз-18") на ОС "Салют-4" и 27.06–5.07.1978 (КК "Союз-30") на ОС "Салют-6". В декабре 1973 г. впервые в мире с борта корабля космонавты провели наблюдения некоторых объектов Вселенной с помощью ас-

в открытый космос общей длительностью 1 сут 07 ч 40 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1987 г. В 1989 г. окончил Академию Генерального штаба. В 1989–91 гг. работал заместителем начальника Главного центра Командно-измерительного комплекса управления полетами космических аппаратов. С 1993 г. – начальник Военной инженерно-космической академии им. А.Ф. Можайского. Дважды Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.

трофической обсерватории "Орион-2". Ушел из отряда космонавтов в 1982 г. С 1978 г. по 1991 г. – заместитель начальника политотдела ЦПК. В 1983 г. закончил Военно-политическую академию им. В.И. Ленина, а также курсы Академии Генерального штаба, кандидат технических наук, генерал-полковник. С 1991 г. возглавляет ЦПК им. Ю.А. Гагарина. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, орденами и медалями. Лауреат двух Государственных премий СССР. Почетный гражданин нескольких городов России.



Ковалёнок Владимир Васильевич (р. 1942), 40-й космонавт, 83-й астронавт мира. Родился в д. Белое Минской обл. (Белоруссия). После окончания в 1963 г. Балашовского высшего военного авиационного училища летчиков

служил в военно-транспортной авиации. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (4-й набор) в 1967 г. Без отрыва от тренировок и подготовки к полетам в ЦПК закончил в 1976 г. Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гага-

рина, кандидат военных наук, генерал-полковник. С 1969 г. по 1981 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз-17, -18А, -18, -25, -26, -27, -29, -35 и Т-4" и по программам полетов на станциях "Салют-4 и -6", международной программе "Интеркосмос". Выполнил 3 полета общей продолжительностью 216 сут 09 ч 09 мин 40 с в качестве командира



Комаров Владимир Михайлович (1927–1967), 7-й космонавт, 11-й астронавт мира. Родился в Москве. Познакомился с жившим в том же доме изобретателем вертолета Б.Н. Юрьевым, с этого зародилась мечта о полете. В 1943 г. поступил в 1-ю Московскую спецшколу ВВС, а после ее окончания обучался в 3-й Соловской авиационной школе. После окончания в 1949 г. Батайского военного авиационного училища летчиков до 1954 г. служил в авиационных частях. После окончания в 1956 г. Военно-воздушной инженерной академии им. Н.Е. Жуковского работал инженером-испытателем в Государственном НИИ ВВС. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС ("гагаринский" набор) в 1960 г. С 1961 г. по 1967 г.

экипажей: 9–11.10.1977 КК "Союз-25", 15.06–2.11.1978 (КК "Союз-29/31") на ОС "Салют-6" и 12.03–26.05.1981 (КК "Союз Т-4") на ОС "Салют-6". Совершил выход в открытый космос длительностью 2 ч 05 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1984 г. В 1984–86 гг. работал заместителем начальника управления ЦПК. Затем служил заместителем коман-

проходил подготовку в составе экипажей КК "Восток" (дублер П.Р. Поповича и программа 10 сут полета), "Восход" и "Союз". Выполнил 2 полета общей продолжительностью 2 сут 03 ч 04 мин 55 с в качестве командира экипажей КК "Восход" и "Союз-1": 12–13.10.1964 и 23–24.04.1967. В октябре 1964 г. впервые в истории на орбиту запущен многоместный корабль с членами экипажа, имеющими разные специальности. Риск был высок – впервые экипаж совершил полет без скафандров, на РН отсутствовала система аварийного спасения и ограничен бортовой запас воздуха и питания. Корабль оснастили дополнительным тормозным двигателем, во время приземления впервые использовалась система мягкой посадки. Во втором полете проведены испытания нового корабля, программа предусматривала стыковку с КК "Союз-2" (В.Ф. Быковский, А.С. Елисеев и Е.В. Хрунов) и переход через открытый космос в КК "Союз-1" А. Елисеева и Е. Хрунова. Из-за множест-

вующего одной из воздушных армий, а с 1992 г. – начальник Военно-воздушной инженерной академии им. Н.Е. Жуковского. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, другими орденами и медалями. Удостоен звания Герой ГДР и Монголии. Почетный гражданин городов России и Монголии.

ва неисправностей (например, не раскрылась панель солнечных батарей и вышла из строя система ориентации), возникших сразу после выхода корабля на орбиту, запуск КК "Союз-2" отменили и приняли меры по возвращению космонавта. При посадке основной парашют не вышел из контейнера корабля, запасной не раскрылся. Спускаемый аппарат снижался с большой скоростью и, ударившись о землю, разрушился. Взорвались двигатели мягкой посадки, и возник пожар, что привело к гибели космонавта. Похоронен в Кремлевской стене, в Москве установлен его бронзовый бюст. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотыми медалями им. К.Э. Циолковского АН СССР, "Космос" (ФАИ) и де Лаво, другими орденами и медалями. Удостоен звания Герой Вьетнама. Почетный гражданин городов России и Франции. Его имя носят улицы, учебные заведения, научно-исследовательское судно РАН и кратер на Луне.



Кондакова Елена Владимировна (р. 1957), 80-й космонавт, 317-й астронавт мира. Родилась в Рабочем поселке в Московской обл. После окончания в 1980 г. МВТУ им. Н.Э. Баумана работает

инженером-конструктором в РКК "Энергия" им. С.П. Королёва. Принимала участие в тренировках по действиям в нештатных ситуациях и управлению полетом ОС "Салют-6". Зачислена в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (9-й набор) в 1989 г. С 1992 г. по 1997 г. проходила подготовку в составе экипажей КК "Союз ТМ-19 и -20" по программам длительных экспедиций на ОК "Мир", международной программе "Евромир-94" и про-

грамме полета на КК "Спейс Шаттл". Выполнила 2 полета общей длительностью 178 сут 10 ч 40 мин 31 с: 4.10.1994–22.03.1995 на ОК "Мир" (КК "Союз ТМ-20" в качестве бортинженера ЭО-17) и 15 – 24.05.1997 на КК "Атлантис" (STS-84). Ей принадлежит национальный рекорд длительности полета для женщин. Продолжает тренировки в отряде космонавтов. Герой России. Награждена орденами и медалями.



Корзун Валерий Григорьевич (р. 1953), 85-й космонавт, 351-й астронавт мира. Родился в г. Красный Сулин Ростовской обл. После окончания в 1974 г. Качинского высшего военного авиационного училища летчиков служил в авиационных частях Прибалтики и Москов-

ского военного округа. Освоил несколько типов самолетов, общий налет – более 1500 ч, выполнил 240 парашютных прыжков, получил квалификацию "Военный летчик первого класса", полковник. В 1987 г. окончил Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (8-й набор) в 1987 г. В 1989–91 гг. готовился к полету на ОК "Мир" в качестве командира экипажа. С 1991 г. по 2001 г. проходил подготовку в составе экипажей "Союз ТМ-14 и -24", МКС-3 и МКС-5, по программам

длительных экспедиций на ОК "Мир" (ЭО-10, -22 и -24) и МКС, командира корабля-спасателя. Выполнял полет 17.08.1996–2.03.1997 на КК "Союз ТМ-24" и ОК "Мир" в качестве командира длительной экспедиции. Продолжительность полета – 195 сут 16 ч 27 мин. Совершил 2 выхода в открытый космос длительностью 12 ч 36 мин. Продолжает готовиться к длительной экспедиции на МКС. Командир отряда космонавтов ЦПК. Герой России. Награжден орденами и медалями.



Крикалёв Сергей Константинович (р. 1958), 67-й космонавт, 209-й астронавт мира. Родился в Ленинграде. В 1981 г. окончил с отличием Ленинградский механический институт, совмещал учебу с работой лаборанта. С 1981 г. работает инже-

ром в РКК "Энергия", занимается разработкой инструкций для космонавтов, выдвинул ряд предложений по усовершенствованию работы центрального пульта управления станции "Мир". Корректировал бортовую документацию ОС "Салют-7", работал в

Центре управления полетом, участвовал в подготовке космонавтов, руководил группой экспертов в американском ЦУП (Хьюстон) по программам стыковок КК "Спейс Шаттл" с ОК "Мир" (STS-71, -74 и -76). Кандидат спорта по многоборью, мастер спорта и абсолютный чемпион по высшему пилотажу на спортивных самолетах. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (7-й набор) в 1985 г. С 1986 г. проходил подготовку в группе космонавтов по программам "Буран", ЭО-4,

-8, -9, -10 и МКС-1, полетов на КК "Спейс Шаттл" (STS-60, -63, -88 и -102), в составе экипажей КК "Союз ТМ-7, -11, -12 и -31" и международным программам "Арагац", советско-японского и советско-английского полетов на ОК "Мир". Выполнил 5 полетов в качестве бортинженера экипажей КК "Союз ТМ-7 и -12" на ОК "Мир" и "Союз ТМ-31"/"Дискавери" на МКС, специалиста полетов КК "Дискавери" и "Индевор": 26.11.1988–27.04.1989 (ЭО-4/"Арагац"), 18.05.1991–25.03.1992 (ЭО-9/10), 3–11.02.1994 (STS-60),

2–14.12.1998 (STS-88) и 31.10.2000–21.03.2001 (МКС-1). Общая продолжительность полетов – 624 сут 09 ч 18 мин 28 с. Совершил 7 выходов в открытый космос общей длительностью 1 сут 12 ч 29 мин. Продолжает работать в РКК "Энергия" заместителем начальника отдела и готовится к полетам. Герой Советского Союза и Герой России. Награжден орденами и медалями.

(Продолжение следует)

С.А. ГЕРАСЮТИН,
Е.П. ЛЕВИТАН

Информация

Двойные астероиды

С некоторых пор перед астрономами появилась трудная проблема – объяснить происхождение спутников у астероидов. Когда космический аппарат "Галилео" в 1994 г. обнаружил у малой планеты Ида, имеющей диаметр 56 км, небольшой спутник размером 1.5 км, дело казалось простым. Ида некогда столкнулась с другим небесным

телом, и один из обломков не ушел в космос и не упал обратно, а остался на орбите.

В 1999 г. был обнаружен "Маленький принц" – спутник малой планеты Евгении (Земля и Вселенная, 1999, № 4). Евгения – довольно крупный астероид (диаметр 214 км), и ее спутник (диаметром 13 км) должен был бы после столкновения упасть на нее.

И уж совсем неожиданным оказалось открытие двойственности Антиопы, ранее считавшейся единым телом размером в 120 км. Теперь же перед нами предстала пара почти одинаковых объектов, разделенных

промежутком в 170 км и обращающихся вокруг общего центра масс. Для объяснения ее происхождения предложен экзотический вариант, при котором многочисленные мелкие столкновения превратили Антиопу в рой обломков, а потом один сильный удар разделил ее на две части и разогнал их на нынешнее расстояние.

Последнее открытие в этой области – наличие небольшого спутника у астероида Пулково. Но детальное исследование данной системы еще не проведено.

Science, 2000, **289**, 5487, 2023

10 лет Астрокосмическому центру

12–13 октября 2000 г. в Пушинской радиоастрономической обсерватории состоялась юбилейная сессия Астрокосмического центра Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (АКЦ ФИАН), посвященная 10-летию его создания. Астрокосмический центр в настоящее время – один из шести на-

учных отделений ФИАН. Он был организован в 1990 г. по решению Президиума Российской академии наук и Дирекции ФИАН объединением Радиоастрономической станции ФИАН (ныне Пушинская радиоастрономическая обсерватория, или ПРАО АКЦ ФИАН) и одного из подразделений Института

космических исследований (ИКИ) РАН. Радиоастрономическая станция ФИАН основана в 1956 г. За прошедшие годы здесь сооружены крупнейшие в стране наземные радио-

В зале заседаний. Выступает директор ФИАН им. П.Н. Лебедева академик О.Н. Крохин.





В зале заседаний. Выступает директор Астрокосмического центра ФИАН академик Н.С. Кардашев.

телескопы, которые используются для проведения наблюдений различных источников космического радиоизлучения как в непрерывном спектре, так и в спектральных радиолиниях (Земля и Вселенная, 2000, № 3). Радиоастрономия в ИКИ РАН была ориентирована главным образом на исследование с помощью инструментов, устанавливаемых на космических аппаратах. Цель создания АКЦ ФИАН: объединение этих двух направлений – наземной и космической радиоастрономии.

Во вступительном докладе директора АКЦ ФИАН

академика Н.С. Кардашева и в выступлении директора ФИАН академика О.Н. Крохина отмечалось, что Астрокосмический центр ФИАН – одна из ведущих астрономических организаций России. В настоящее время здесь ведутся исследования практически по всем актуальным направлениям современной астрофизики: космология и структура Вселенной, внегалактические источники радиоизлучения, Галактика и межзвездная среда, спектральная радиоастрономия, пульсары, сверхновые, солнечный ветер. АКЦ ФИАН – головная организация в разработке проектов радиоастрономических наблюдений с использованием космических радиотелескопов. Наземная эксперимен-

тальная база АКЦ ФИАН включает четыре уникальных радиотелескопа, позволяющих проводить наблюдения в сантиметровом, дециметровом и метровом диапазонах волн. За прошедшие 10 лет сотрудники АКЦ ФИАН опубликовали более 1400 научных работ, защитили 11 докторских и 19 кандидатских диссертаций. Директор АКЦ ФИАН Н.С. Кардашев был избран действительным членом Российской академии наук, сотрудники АКЦ ФИАН В.И. Слыш и И.Д. Новиков – членами-корреспондентами РАН. Все без исключения научные подразделения АКЦ ФИАН работают по программам международной кооперации.

На юбилейной сессии были представлены об-

зорные научные доклады. Доклад члена-корреспондента РАН В.И. Слыша посвящен галактическим источникам мазерного радиоизлучения, процессам образования звезд и планетных систем. В докладе доктора физико-математических наук В.Н. Лукаша рассмотрены современные космологические модели. История открытия и результаты исследования реликтового излучения, в частности связанных с предсказанными А.Д. Сахаровым осцилляциями пространственных неоднородностей распределения реликтового фона, изложены в докладе члена-корреспондента РАН И.Д. Новикова.

В докладе доктора физико-математических наук В.Г. Курта представлены результаты исследования межзвездной среды в окрестности Солнечной системы. Доклад доктора физико-математических наук Ю.П. Шитова посвящен последним результатам исследования радиоизлучения пульсаров. Доктор физико-математических наук В.И. Шишов рассказал о результатах радиоастрономических исследований турбулентности в межпланетной и межзвездной плазме. Результаты исследования межзвездной среды по наблюдениям рекомбинационных радиолиний отражены в докладе доктора физи-

ко-математических наук Р.Л. Сороченко. Директор АКЦ ФИАН академик Н.С. Кардашев остановился на истории и перспективах крупных проектов, разрабатываемых в АКЦ. К их числу относятся космические проекты "Радиоастрон", "Миллиметр" и "Субмиллиметр".

Юбилейная сессия показала, что, несмотря на трудное положение, в котором в последние годы находится отечественная наука, Астрокосмический центр ФИАН эффективно работает.

И.В. ЧАШЕЙ,
доктор физико-математических наук
ПРАО АКЦ ФИАН

Информация

Звезды и туманности в Южной Короне

Комплекс молодых звезд и межзвездных газовых облаков у звезды R CrA (R Южной Корона) в 500 св. годах от Солнца – один из ближайших к нам районов активного звездообра-

зования. Его изображения получены с помощью широкоугольной камеры WFI, установленной на 2.2-м телескопе Европейской Южной Обсерватории (Земля и Вселенная, 1999, № 3). Приемник изображения – матрица ПЗС с 67 млн. пикселей.

Для комплекса характерны переменные звезды Т Тельца, недавно сформировавшиеся и еще не "успокоившиеся". Пылевые туманности вокруг звезд R CrA и TY CrA светят отраженным светом. В комплексе нет ярких массивных звезд, ко-

торые могли бы ионизовать газ и породить диффузные туманности. Но есть объекты Хербига–Аро – плотные сгустки газа, выброшенные из окрестностей молодых звезд на скоростях около 200 км/с (Земля и Вселенная, 1995, № 1). При их столкновениях с межзвездным газом атомы возбуждаются и начинают излучать. Видны также плотные темные туманности, поглощающие свет расположенных за ними звезд.

ESO Press Photos 25a-b/00
6 October 2000

И.А. Ефремов: космос, разум, красота

Г.И. КАЗАКЕВИЧ,

кандидат технических наук

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

В 1997 и 1998 гг. отмечалось 90-летие со дня рождения выдающегося ученого и писателя Ивана Антоновича Ефремова. Юбилей отмечался два года подряд. Почему? Оказалось, что ранее принятая дата рождения И.А. Ефремова – 22 апреля 1907 г. – неверна. Он родился, по старому стилю, 9 апреля 1908 г. По-видимому, Иван Антонович прибавил себе год, чтобы раньше пойти работать. Любопытно, что в столь близкой Ефремову индийской культуре существует понятие “дважды рожденный”, где под “вторым рождением” подразумевается приобщение к мудрости...

Юность Ивана Ефремова пришлось на тяжелые годы гражданской войны. Он был воспитанником автороты, дошел с ней до Перекопа, получил контузию. Был матросом на дальнем Востоке и командиром катера на Каспии. С 1925 г. Ефремов, занимаясь палеонтологией, прошел путь от препаратора до доктора биологических наук, лауреата Государственной премии. Создал новую науку – тафономию – учение о закономерностях захоронения вымерших животных и растений. Руководил экспедициями в Монголии, где были открыты огромные захоронения динозавров. Монголы называли их “костями дракона”. И название должности Ефремова в переводе с монгольского звучало так: “начальник отдела костей дракона”.

А дальше, от палеонтологии – в космос. В повести “Звездные корабли” (1947 г.) ученые находят останки инопланетян среди костей динозавров. За-

тем последовал ряд произведений, не хочу говорить фантастики – литературы, в которой автор пытается понять мир и место в нем человека, человечества, разума. Эти вопросы волновали Ефремова всю жизнь. Все крупные произведения писателя – “На краю Ойкумены” (1949 г.), “Туманность Андромеды” (1957 г.), “Лезвие бритвы” (1963 г.), “Час Быка” (1968 г.) и последний роман “Таис Афинская” (1971 г.) – посвящены именно этим проблемам.

Умер Иван Антонович Ефремов 5 октября 1972 г. Похоронен в пос. Комарово Ленинградской обл.

К 90-летию И. Ефремова проведен ряд юбилейных мероприятий, в том числе – Ефремовские чтения (центр “Космопоиск”, 1997 г.), конференция в Палеонтологическом институте РАН (1997 г.), два Международных симпозиума (Ноосферный экспериментальный центр “ЭОЛ”, Пушино-на-Оке, 1997, 1998 гг.).

“Земля и Вселенная” неоднократно публиковал материалы, посвященные Ивану Антоновичу Ефремову. Например, к его 70-летию вышли статья Э.Н. Боровина и Г.М. Гречко “Иван Антонович Ефремов” (Земля и Вселенная, 1997, № 5, с. 58–63) и заметка о вечере в доме литераторов, посвященная этому юбилею (там же, с. 64–65).

КРАСОТА

Один из важнейших мотивов в творчестве Ефремова – открытие мира, расширение горизонтов. В “Таис Афинской”



И.А. Ефремов

и “На краю Ойкумены” – от маленькой страны до границ обитаемого мира, в “Туманности Андромеды” – до границ Вселенной, в “Лезвии бритвы” – до глубин человеческой психики, и даже в “Часе Быка” – до той бездны, в которую может впасть обезумевший разум. И это не просто открытие мира, а **поиск гармонии и красоты** – в тех мирах, где возможно ее отыскать. Как ученый-палеонтолог, знающий сложный путь развития жизни и ее приспособления к окружающему враждебному миру, И.А. Ефремов формулирует и обосновывает свой критерий красоты человека: **красота – это наивысшая целесообразность**. Но понятие красоты многогранно. В замечательных работах В.А. Лефевра – некогда советского, а ныне американского психолога (Земля и Вселенная, № 5, 2000) – показано, что многие числовые соотношения, связанные с эстетическим восприятием (например, “золотое сечение”), возникают из самых общих, не связанных с биологической спецификой, свойств созна-

ния – из свойств рефлексии, из того, что субъект не просто мыслит, но и размышляет о собственных мыслях. (*“Рефлексия – это оперирование субъекта с собственным сознанием, порождающее в результате идею об этом сознании”*.) Исходя из этого простейшего и фундаментального предположения, Лефевр построил математическую модель сознания, с помощью которой удалось получить как геометрические, так и музыкальные соотношения, соответствующие понятию “красота”. И оказалось, что именно такие соотношения используются в живописи, архитектуре, музыке. Но это не отменяет идей Ефремова, а только усиливает их!

Биологически целесообразная анатомическая структура человека в значительной степени (хотя, разумеется, этот вопрос требует тщательного исследования) соответствует тем геометрическим соотношениям, которые возникают из модели Лефевра, в частности “золотому сечению”. Таким образом, два механизма – биологический и рефлексивный – действуют вместе, что, по-видимому, резко усиливает восприятие красоты человеком. А общность модели Лефевра, по его предположению, характеризующую не только наш разум, но и любой разум, находящийся в Космосе (что соответствует в другом варианте мыслям Ефремова об **антропоморфности разумной жизни**), может привести к общему пониманию красоты в космосе. Как указывал Лефевр, полученные системы эстетических соотношений помогут выделить сигналы разумной жизни во Вселенной (Земля и Вселенная, № 6, 2000). Впрочем, у разных существ возможны различные соотношения между эстетикой, возникшей из их биологической целесообразности, и рефлексивной эстетикой.

Проблема взаимоотношений между биологически обусловленной и рефлексивной эстетикой может представлять интерес и изучаться с разных точек зрения. Эволюционный подход позволяет исследовать изменения во времени геометрических соотношений в живых организмах. При этом рефлексивная эстетика может оказаться существенным фак-

Таис, символ красоты, сжигает Персеполь, столицу деспотии, символ угнетения людей. Иллюстрация к книге И.А. Ефремова "Таис Афинская". М.: Молодая гвардия, 1973.

тором отбора и тем самым повлиять на развитие в направлении большей гармонии и красоты. Не было ли одним из механизмов эволюции человека взаимное усиление рефлексивной и биологически обусловленной эстетик? Этологический (поведенческий) подход позволит выяснить влияние биологических и рефлексивных факторов на эстетическую оценку животных и человека. (Но автор никоим образом не утверждает, что динозавры вымерли из-за своей уродливости.) Психологические исследования геометрической структуры образов, возникающих на разных уровнях психики, помогут различить биологически обусловленные и рефлексивные их составляющие, определить несоответствия между ними, влияющие на психику человека. Использование эволюционного подхода с учетом биогенетического закона (онтогенез сокращенно повторяет филогенез) и современных представлений о наличии психики у эмбриона может пролить свет на возникновение и развитие некоторых структур человеческой психики. А если когда-нибудь человечество вступит в контакт с другими разумными существами, анализ данных об их анатомическом строении с точки зрения рефлексивной эстетики позволит получить информацию о психологии этих существ.

РАЗУМ

И тут мы переходим к другому вопросу, волновавшему Ефремова – есть ли во Вселенной **разумная жизнь**. По этому поводу высказываются разные суждения. Одно из них – мы одиноки во Вселенной. Его сторонниками стали даже некоторые из тех, кто раньше предполагал множественность цивилизаций во Вселенной. Аргументы – отсутствие сиг-



налов, а также оценки, приводящие к выводу о чрезвычайной редкости условий, в которых жизнь могла бы возникнуть и развиваться до уровня появления разума. В связи с малой вероятностью возникновения цивилизаций можно предположить, что одна из целей Великого Кольца – если допустить его существование – способствовать возникновению очагов разумной жизни во Вселенной. Напомним, что Великое Кольцо в романе "Туманность Андромеды" – союз цивилизаций, установивших информационную связь между собой. Одна из стратегий этого может быть связана со



Дракон – опасный, но красивый, биологически невозможный, но эстетически воспринимаемый. Иллюстрация к книге И.А. Ефремова "Час быка". М.: Молодая гвардия, 1970.



Встреча с инопланетянами – пожатие рук через Космос. Иллюстрация к книге И.А. Ефремова "Час быка". М.: Молодая гвардия, 1970.

следующим наблюдением: целый ряд данных говорит в пользу того, что в развитии на Земле было несколько критических этапов, на которых происходило массовое вымирание одних групп животных и бурное развитие других. (Впрочем, И.А. Ефремов, как ученый палеонтолог, доказывал, что порой представления о таких массовых вымираниях связаны с неполнотой и неправильным истолкованием палеонтологической информации.) Одни ученые видят причину этого в космических явлениях, другие – во внутренних процессах в Земле. Как показывает изучение сложных нелинейных систем, именно в такие периоды перестройки, бифуркации, выбора направления дальнейшего развития они очень чувствительны к внешним воздействиям. В эти моменты и можно влиять на них для изменения хода их эволюции в нужном направлении, в данном случае – ведущем к разуму. Такие соображения подсказывают нам одно из возможных направлений поиска палеопосещений. Правда, сам Ефремов к идее о влиянии инопланетян на ход земной эволюции относился крайне скептически, что отмечено им в предисловии к книге А. Кларка "Космическая одиссея 2001 года". Однако в повести И. Ефремова "Звездные корабли" инопланетяне появляются на Земле именно в такой момент времени, правда, с иными целями.

Другую крайнюю точку зрения высказал С. Лем в работе "Новая космогония". Его основная идея, объединяющая древние представления о борющихся богах и современные идеи теории взаимодействующих автоматов, заключается в том, что цивилизация в процессе развития изменяет окружающий мир на все более глубоком уровне. Если таких цивилизаций несколько и каждая из них способна изменить физические законы по-своему, то при столкновении областей их влияния будут возникать катаклизмы. Чтобы избежать гибели, цивилизациям приходится взаимодействовать между собой. А поскольку из области действия одной физики нельзя переслать сигнал в область действия другой, они будут взаимодействовать при отсутствии коммуникации. Аналог, приведенный Лемом, – колонии бактерий в питательной среде, влияющие друг на друга путем изменения химического состава среды. В результате этой космогонической игры возникает структура Космоса: иерархического по уровням физических законов, расширяющегося, с наличием предельной скорости и необратимого времени, с отсутствием сигналов других цивилизаций. К этим идеям С. Лема близка также "Янус-космология" Лефевра, которая также перекликается с мыслями Ефремова о структуре Космоса как результате взаимодействия двух миров – Шакти и Тамаса.

Возможна еще более крайняя точка зрения: наш мир – это порождение мысли какого-то разума. Эту концепцию я детально проанализировал и излагал на научных конференциях. Она позволяет с единой позиции рассмотреть ряд казалось бы несовместимых религиозно-мифологических, философских и научных представлений – не вводя их *априори*, а получая в рамках модели. К ним относятся реинкарнация, загробная жизнь, антропный принцип, взаимодействие мифологической и рациональной картин мира, возможность влияния человека на

мир и познания им психологии этого мира.

Существует другой подход, пытающийся объединить Вселенную и сознание, – голографическая парадигма. Здесь, конечно, следует отметить, что сама идея голографии как восстановления объемного изображения предложена И. Ефремовым в рассказе “Тень минувшего”. И – удивительный факт, который непонятно, как рассматривать – либо случайность (но тогда это была очень правильная случайность!), либо проявление глубочайшей интуиции – конкретная идея, высказанная И.А. Ефремовым, оказалась в последующих работах других ученых ключом к разрешению многих занимавших его вопросов. К ним относятся механизмы психической деятельности, функционирования генома, строение Вселенной и ее связь с человеком. Важнейшее свойство голограмм: любой ее части достаточно для воспроизведения всего изображения, т.е. отражения целого в части. И, если голографические модели Вселенной пока находятся на философско-спекулятивном (но обладающем большой эвристической силой) уровне, то голографические механизмы памяти, голографическая структура генома сейчас активно исследуются современными естественно-научными методами.

Только очень жаль, что то конкретное приложение, о котором думал Ефремов, так и не разрабатывается. А ведь так бы хотелось увидеть “тень минувшего” – голографический портрет жившего когда-то динозавра!

КОСМОС

Возвращаясь к проблеме связей структуры Космоса, красоты и гармонии, хотелось бы сказать о сравнительно недавно возникшем направлении исследований, которое в перспективе может привести к самым удивительным результатам. Очень многие соотношения, характеризующие красоту и гармонию, сводятся к соотношениям между целыми числами. С древних времен пытались установить особое значение некоторых чисел, связанное с их теоретико-число-

выми свойствами – делимостью, разложением на простые множители и т.д. Тем не менее, одно из фундаментальных обстоятельств, отмеченное еще Лейбницем, заключается в том, что до сих пор мы используем числа в попытках объяснения природы благодаря тому, что они имеют характер величин, а не из-за теоретико-числовых свойств. В 1954 г. выдающийся математик Г. Вейль писал: *“Было бы, может быть, очень забавно, если бы дела обстояли иначе, но они именно таковы”*. Так вот: возможно, они не таковы!

При анализе свойств пространства на малых расстояниях оказалось, что, по видимому, с равными основаниями могут быть использованы как обычные вещественные числа, так и другие, получаемые из рациональных предельным переходом. А единственными такими числами, как было доказано почти 80 лет назад, являются так называемые *p*-адические числа, которые самым непосредственным образом связаны со свойствами делимости целых чисел. Таким образом, похоже, теоретико-числовые свойства чисел могут естественным образом войти в физику и на новом уровне возродить древнюю магию чисел. Хотелось бы отметить еще одну старую (1939 г.) идею П. Дирака о том, что свойства Вселенной, быть может, определяются свойствами делимости некоего огромного целого числа порядка 10^{39} , имеющего отношение к возрасту Вселенной, к физическим константам и определяющего настоящее в абсолютном смысле. Дирак связывал его с целым числом нуклонов во Вселенной. *“И даже более общно”*, по Дираку, может быть, *“вся история Вселенной соответствует свойствам всей последовательности натуральных чисел”*? В качестве совсем вольной идеи можно предположить, что теоретико-числовые свойства, полученные из анализа микроскопической структуры пространства, приведут к целому числу или числам, характеризующим глобальную структуру Вселенной. Музыка, построенная на их соотношениях, и будет *“музыкой сфер”*, характеризующей гармонию Вселенной.

Возможно, именно этот путь позволит получить из общих представлений чис-



Опасности процесса познания – погибающая планета, черные маки и дикие звери. Иллюстрация к книге И.А. Ефремова "Час быка". М.: Молодая гвардия, 1970.

ленные соотношения между фундаментальными физическими константами. А ведь с этими численными значениями связано наблюдение, показывающее, что само существование Вселенной, допускающей возникновение разумной жизни, ограничено условиями, узкими, как "лезвие бритвы". При малейшем изменении фундаментальных констант разумная жизнь во Вселенной не могла бы возникнуть! Одно из объяснений этому пытается дать антропный принцип: наша Вселенная (одна из многих) такова именно потому, что мы в ней живем. Во Вселенной с другими свойствами не было бы наблюдателя.

Если же, как указано выше или на другом пути, удастся получить соотношения между фундаментальными константами из общих принципов и они окажутся единственными, встанет вопрос: почему они именно таковы, что допускают существование разума? Возникнет проблема, уже поднимавшаяся некоторыми физиками, – не требует ли построение фундаментальной физической теории учета в ней наблюдателя? А наблюдение есть рефлексия Вселенной, и потому, быть может, в такую теорию войдут представления о рефлексии и будут важны математические модели, обсуждавшиеся выше. А поскольку математи-

ческие структуры рефлексии, по Лefевру, самым непосредственным образом связаны с этикой и определяют ее фундаментальные свойства, то, быть может, на этом пути удастся с единой точки зрения объяснить обе вещи, наполнявшие удивлением и благоговением душу Иммануила Канта – звездное небо над нами и моральный закон внутри нас. А для научного направления, пытающегося с единой точки зрения подойти к изучению психики и космоса, возможно, подошло бы название "психокосмология".

Рассмотренные возможности взаимосвязи Космоса и разума, разума и гармонии позволяют на новом уровне вернуться к идее Ефремова, высказанной им в "Туманности Андромеды" – о создании величественной цветомузыкальной симфонии, отражающей эволюцию живой и неживой материи. А это чрезвычайно близко к грандиозному замыслу "Мистерии" А.Н. Скрябина, 125-летие со дня рождения которого отмечалось в 1997 г.

БУДУЩЕЕ: ОПАСНОСТИ И НАДЕЖДА

А теперь от анализа красоты и гармонии мне придется перейти к вещам более грустным. Сравнивая развитие человечества и развитие познания, мы видим: чем ближе разум к разгадке гармонии Космоса, тем ближе он к собственной гибели. Является ли приближение к гибели объективным следствием процесса познания? Следует ли одно из другого? Может быть, просто технологическое развитие на нынешнем этапе опережает нравственное совершенствование, и тогда гибель не есть объективное следствие процесса познания, развития науки и техники. На этот вопрос человечеству еще предстоит отвечать.

Подобного рода пророчества известны с древности и звучат примерно так: "Когда будет разгадана последняя загадка Сфинкса, он расхохочется и мир прекратит свое существование". И "Мис-

терия” Скрябина должна была, по замыслу композитора, привести к гибели мира и затем к его новому рождению. Но Скрябин скончался от тяжелой, мучительной болезни – и “Мистерия” осталась лишь в небольших набросках текста.

Не рассматривая здесь метафизические и многие другие, более прозаические, аспекты опасности процесса познания, я бы хотел сказать, что один из наиболее впечатляющих образов погибшей цивилизации приведен у Ефремова – планета, поросшая черными маками. Но писатель не просто описывал процессы, ведущие к катастрофе. Он глубоко их анализировал, примером чего служит роман “Час Быка”. Об этом можно говорить много. Я скажу лишь об одном – о выдвинутом им законе Стрелы Аримана – “тенденции плохо устроенного общества с морально тяжелой ноосферой умножать зло и горе. Каждое действие, хотя бы внешне гуманное, оборачивается бедствием для отдельных людей, целых

групп и всего человечества”. И этот закон приводит к уничтожению высших проявлений человека, всего, что стремится к восхождению. Последние письма Ефремова содержат очень печальные предсказания, которые, похоже, уже сбываются. Вот одно из них, из письма от 1969 г.: “Поколения, привыкшие к честному образу жизни, должны вымереть в течение последующих 20 лет, а затем произойдет величайшая катастрофа в истории в виде широко распространяющейся технической монокультуры, основы которой сейчас упорно внедряются во всех странах, и даже в Китае, Индонезии и Африке”. Хотелось бы надеяться, что эти предсказания Ефремова все-таки не сбудутся. Да и он сам, наверное, надеялся на лучшее. Ведь все же в его произведениях люди, живущие в недружественном, а чаще во враждебном ко всему хорошему мире, стремятся к постижению гармонии и красоты и передачи их человечеству.

Информация

Найдите сами сигналы разума в Космосе!

В поисках сигналов внеземных цивилизаций по проекту СЕРЕНДИП уже накоплено громадное количество информации. (СЕРЕНДИП – поиск внеземного радиоизлучения от соседних развитых цивилизаций – Search for Extraterrestrial Radio Emission from Nearby Developed Intelligent Populations.) В ходе обычных наблюдений по плановым научным программам одновременно записывается космический радиосум. Приемники регистрируют излучение на нескольких миллионах частот. В проекте участвуют несколько

радиотелескопов разных стран, включая 305-м радиотелескоп в Аресибо (Пуэрто-Рико).

В 1996 г. была выдвинута идея проекта SETI@home – создание виртуального суперкомпьютера для обработки материалов СЕРЕНДИП путем объединения множества персональных компьютеров. В 1998 г. Д. Андерсон и Д. Вертимер (Беркли, США) создали обслуживающие программы: анализа радиосума для выявления в нем сигналов искусственного происхождения, разделения материала на единичные блоки, обслуживания клиентов, желающих принять участие в осуществлении проекта. Финансировать проект взялись Планетное общество США и кинофирма “Парамаунт Пикчес”, в фильмах которой часто фигурируют инопланетяне.

17 мая 1999 г. программа SETI@home стартовала. В проекте приняло участие свыше 2.5 млн. человек из 226 стран. Участники обработали 205 млн.

единичных блоков информации, затратив 467 000 лет компьютерного времени. Сигналы разума пока не найдены, но работа продолжается.

Рост интереса к проекту вызвал появление новых спонсоров, что дало возможность продлить его сверх запланированного срока (май 2001 г.) и расширить. Намечено провести наблюдения южного неба, включая центр Галактики. (Телескоп в Аресибо способен обозреть только 30% небесной сферы.) Будет усовершенствована программа обработки данных, в нее введут больше критериев распознавания сигналов искусственного происхождения. Участники смогут общаться друг с другом и обсуждать результаты, они будут получать карты звездного неба с обозначением источников радиосигналов, текущую информацию о ходе проекта.

The Planetary Report, 2000, XX, 6, 12–16

Четвертая Международная астрономическая олимпиада

Четвертая Международная астрономическая олимпиада школьников прошла с 25 сентября по 2 октября 1999 г. в пос. Научный в Крыму на Украине на базе Крымской астрофизической обсерватории НАНУ, Крымской лаборатории ГАИШ МГУ и Астрономического отделения Малой академии наук Крыма. В Олимпиаде приняли участие 40 школьников, представлявших семь команд (Болгария, Бразилия, Индия, Крым, Москва, Россия и Украина). В качестве члена жюри и наблюдателя от Правления Европейской ассоциации астрономического образования присутствовал представитель Швеции. Команды России и Москвы были сформированы по результатам заключительного этапа VI Российской олимпиады школьников по астрономии и физике космоса, проходившего в Троицке 24–30 марта 1999 г. (Земля и Вселенная, 2000, № 3). Кроме официальных команд, в Олимпиаде вне

конкурса участвовали восемь школьников из России.

Соревнования проходили отдельно для двух категорий: VIII–X классы и XI–XII классы. Впрочем, комплекты задач для них различались незначительно. Рабочими языками Олимпиады были английский и русский. Участники и гости Олимпиады ознакомились с лабораториями и телескопами КрАО и Крымской лаборатории ГАИШ, посетили юношескую обсерваторию Симферополя, исторические места в окрестностях Научного, а также побывали с экскурсиями в Севастополе и Бахчисарае.

По окончании Олимпиады для школьников из стран СНГ и Болгарии проведена четырехдневная астрономическая школа, где рабочим языком был русский. Команды Бразилии и Индии посетили поселок Кацивели на южном берегу Крыма, где установлен радиотелескоп КрАО.

Задачи Олимпиады

VIII–X классы

1. Если угловой диаметр Луны равен $31'$, то каким будет диаметр ее изображения в фокусе объектива диаметром 40 см с фокусным расстоянием в 254 см? Нарисуйте чертеж (несколько чертежей) для объяснения своих вычислений.

2. Можно ли с помощью фотометра, установленного на телескопе 125 см (фокусное расстояние), наблюдать в скоплении звезды

a) 5^m , b) 10^m , c) 15^m , если от звезды 8^m такого же спектрального класса регистрируется 4000 квантов в секунду, уровень белого шума фотометра составляет 500 квантов/с, а предельно допустимое значение числа регистрируемых квантов составляет в секунду 200000. Объясните Ваши вычисления.

3. Когда и где на Земле наблюдается восход Солнца наибольшей продолжительности? Оцените продолжительность этого восхода.



4. Обычно считается, что на всем небе невооруженным глазом можно увидеть около 6000 звезд. Оцените число видимых невооруженным глазом незаходящих звезд:

а) если Вы находитесь на расстоянии 1° от Северного полюса,

б) если Вы находитесь на расстоянии 1° к северу от экватора.

Примечание: формула для вычисления площади поверхности сферы радиуса R : $S = 4\pi R^2$.

5. Летательный аппарат взлетел с космодрома, расположенного в районе экватора в момент захода Солнца. Какими должны быть скорость аппарата и характер его движения, чтобы пилот постоянно видел Солнце на линии горизонта?

6. Предположим, что полное солнечное затмение наблюдается с земного экватора, причем Солнце находится в зените. Предположим также, что тень Луны движется вдоль экватора. Вычислите скорость тени относительно наблюдателя.

		V (mag)	$\alpha_{1950/0}$	$\delta_{1950.0}$
1	η Aq1	3.5 ^m	19 ^h 49.9 ^m	0°53'
2	β Per	2.1	3 04.9	40 46
3	χ Cyg	14.2	19 48.6	32 47
4	R Aqr	12.4	23 41.2	-15 34
5	α Ori	1.3	5 52.4	7 24
6	RW Vir	6.7	12 04.7	-6 29

XI–XII классы

1. Максимум излучения одной звезды приходится на $2000 \text{ \AA}$, а другой – на $10000 \text{ \AA}$. Какая из этих звезд излучает больше на длине волны $2000 \text{ \AA}$; на длине волны $10000 \text{ \AA}$? Каково соотношение полных энергий, излучаемых этими звездами? Считайте звезды абсолютно черными телами.

2. Инженеры Симферопольского университета описали новый метод утилизации старых военных кораблей. Они предложили делать из их вещества очень маленькие черные дыры (patent yzarc-048UA7). Оцените диаметр черной дыры, изготовленной по этому патенту из корабля массой 5000 т . Какой физичес-

кий объект имеет размеры такого порядка? Опишите, как распространяется свет около такой черной дыры.

3–6. См. задачи 3–6 для VIII–X классов.

Практический тур
(для обеих групп)

7. Составьте программу наблюдений на сегодняшнюю ночь на 40-см телескопе. Какие из звезд и в какой последовательности вы будете наблюдать? Данные о предлагаемых звездах смотреть в таблице:

Восход Луны: 21 : 17 : 26, фаза 0.77

Звездное время для 0^h : $s_0 = 0 : 31 : 04$

Вы можете использовать все время наблюдений (с 20^h до 5^h30^m)

Местное время: $LT = UT + 3$

Координаты обсерватории: $\lambda = 2^h16^m$ $\phi = 44^\circ43'$

Результаты запишите в таблицу.

Звезда	Интервал наблюдений

Звезды, не вошедшие в план наблюдений: _____

Объяснения и примечания: _____

8. Дана кривая блеска затменной звезды. Считая, что затмение центральное, оцените отноше-

Победители Олимпиады

Диплом I степени	
Аболмасов Павел	(Москва)
Бхалерао Варун	(Пуна, Индия)
Джа Маянк	(Бхопал, Индия)
Руфат Джелил	(Кырджали, Болгария)
Соколовский Кирилл	(Москва)
Войчик Петр	(Москва)
Диплом II степени	
Фаузан Юсуф	(Лукнау, Индия)
Иванов Александр	(Челябинск, Россия)
Иванов Светослав	(Стара Загора, Болгария)
Мананников Александр	(Раменское, команда Москвы)
Пуньяшлока Бисвал	(Дели, Индия)
Савчева Антония	(Плевен, Болгария)
Шридар Джаянти	(Сао Хосе дос Кампос, Бразилия)
Тасев Светлин	(Варна, Болгария)
Вута Амар Чандра	(Бангалор, Индия)
Диплом III степени	
Бакай Дмитрий	(Санкт-Петербург, Россия)
Башаков Андрей	(Тихвин, Россия)
Датченко Андрей	(Москва)
Дянков Николай	(Варна, Болгария)
Игнатович Александр	(Златоуст, Россия)
Константинов Сергей	(Челябинск, Россия)
Крумов Владимир	(Варна, Болгария)
Курилова Татьяна	(Москва)
Матев Ранчу	(Пуна, Индия)
Самарин Павел	(Екатеринбург, Россия)
Цветков Егор	(Великий Новгород, Россия)

гося от крайних точек лунного диска. Чертеж может представлять схематическое изображение объектива как линзы, из центра которой идут (немного отклоняясь от главной оптической оси) две прямые, угол между которыми составляет $31'$ (лучи, проходящие через центр линзы, не преломляются). Эти прямые пересекают фокальную плоскость, расположенную от линзы на расстоянии 2540 мм, в точках, расстояние между которыми и есть диаметр изображения Луны в фокусе объектива. Теперь этот диаметр легко найти из нарисованного треугольника: $d = \beta \times F$, только β надо выразить в радианах (т.е., в безразмерных величинах):

$$d = 31' \times \pi / (180 \times 60) \times 2540 \text{ мм} \approx 23 \text{ мм}.$$

Заметим, что диаметр объектива (40 см) никакой роли не играет: размер изображения никак от него не зависит.

2. Во-первых, заметим, что фокусное расстояние (125 см) здесь никакой роли не играет. Далее известно, что при увеличении звездной величины на единицу интенсивность света от звезды уменьшается в 2.5 раза, а при увеличении звездной величины на пять – уменьшается в 100 раз. Поэтому, если от звезды 8^m регистрируется 4000 квантов/с, то от звезды 5^m такого же спектрального класса должно регистрироваться примерно в $2.5^3 = 16$ раз больше квантов, т.е. – около 64000 кв/с. Это яв-

ние радиусов звезд по кривой блеска в приближении, что малый компонент темный.

Наблюдательный тур
(для обеих групп)

9.1. Определите угловое расстояние между Луной и Юпитером. Покажите, как вы это определили.

9.2. Найдите и назовите 5 наиболее ярких звезд осеннего неба. Какая из них самая яркая?

9.3. Определите, какой лунный день сегодня.

Краткие решения задач теоретического тура

VIII–X классы

1. Диаметр изображения Луны легко вычислить, если правильно нарисовать чертеж, на котором изобразить ход лучей света, распространяюще-

но больше уровня шума фотометра и меньше предельно допустимого значения числа регистрируемых квантов – звезду можно будет зарегистрировать.

От звезды 10^m такого же спектрального класса должно регистрироваться примерно в $2.5^2 = 6.25$ раза меньше квантов, т.е. около 640 кв/с. Это чуть больше уровня шума фотометра. Есть надежда, что сигнал от звезды “не утонет” в шуме – фактически звезду можно будет зарегистрировать на пределе чувствительности. От звезды же 15^m должно регистрироваться примерно в 625 раз меньше квантов, т.е. всего 6–7 кв/с. Это явно меньше уровня шума фотометра, т.е. сигнал от звезды “утонет” в шуме и зарегистрировать звезду будет невозможно.

3. На Северном полюсе во время, близкое к дню весеннего равноденствия (в конце марта), или же на Южном во время, близкое к дню осеннего равноденствия (в конце сентября). Продолжительность может быть оценена как время, которое требуется центру Солнца, чтобы (для марта) изменить склонение от -16° до $+16^\circ$ (считаем угловой диаметр равным $32'$). (Это для марта на Северном полюсе, для сентября на Южном – соответственно от $+16^\circ$ до -16°). По эклиптике солнечный диск ползет со скоростью, равной $360^\circ/365.25$ сут, скорость изменения склонения в районе точек пересечения эклиптики с плоско-

стью небесного экватора (нарисовать чертеж) составит $(360^\circ/365.25^\circ) \times \sin 23.5^\circ$.

Таким образом, наибольшее время восхода солнца на Земле составит $(32'/60') \times (1^\circ/360^\circ) \times 365.25^\circ/\sin 23.5^\circ$, это примерно 1.36 сут или 32.5 ч.

4. Задача, очевидно, оценочная, поэтому рефракцию и эффект уменьшения числа видимых звезд из-за слабой прозрачности атмосферы вблизи горизонта мы учитывать не будем. Кроме того, для начала будем считать, что звезды распределены по небу более-менее равномерно. Начнем с того, что на Северном полюсе незаходящих звезд ровно половина от 6000, т.е. – 3000 (это те звезды, склонение которых больше 0°). Если мы отойдем от полюса на 1° , то некоторые из этих звезд (звезды, склонение которых меньше 1°) станут заходящими. При этом, конечно, появятся другие восходящие и заходящие звезды (склонение которых больше -1°), но для решения нашей задачи это не имеет значения. Оценим, какова будет доля звезд из тех 3000, которые расположены в интервале склонений от 0° до 1° . Это отношение величины телесного угла, образуемого полоской неба, куда попадают точки небесной сферы со склонениями 0° до 1° , к телесному углу всей северной полусферы (2π). Вообще, нагляднее перейти от телесных углов к во-

ображаемой сфере радиуса R_0 и, используя ее, найти соотношение телесных углов как отношение площади полосы шириной 1° вблизи небесного экватора к площади полусферы $2\pi R_0^2$. Площадь полосы – ее длина вдоль небесного экватора $2\pi R_0$, умноженная на ширину: $R_0 \times \pi/180$ (где $\pi/180$ – величина угла в 1° , выраженная в радианах). Отношение площадей, таким образом, равно $2\pi R_0 \times R_0 \times \pi/180 / 2\pi R_0^2 = \pi/180$. $3000 \times \pi/180 \approx 52$. Точность до двух звезд здесь явно излишняя, правильнее сказать, что около 50 звезд станут заходящими, а ответ на вопрос а) мог быть “около 2950”. Строго говоря, такой ответ тоже некорректен, поскольку погрешность числа звезд на полусфере (числа 3000) явно больше 50. Для получения ответа на вопрос б) задачи тоже можно воспользоваться похожим приемом. На широте 1° незаходящими будут только те звезды, которые отстоят от Северного полюса мира не более, чем на 1° , т.е. имеют склонение больше 89° . Можно теперь оценить отношение площади этого кусочка воображаемой небесной сферы $\pi(1^\circ)^2 = \pi \times (\pi/180)^2$ к площади полусферы 2π , получить $\pi^2/64800$, умножить ее на 3000 и получить... примерно 0.46. [Несколько участников так и написали: *незаходящими будут примерно 0.4 звезды.*] Но о чем говорит эта цифра? О том, что та модель равномерного рас-

пределения звезд по небесной сфере уже не работает. Либо звезда есть ("одна штука") в этой области неба, либо ее нет. А правильный ответ можно дать сразу: мы знаем, что склонение, большее 89° , имеет ровно одна видимая невооруженным глазом звезда – Полярная.

5. Задача допускает множество правильных решений. Например, авторское решение предполагало, что нужно равноускоренно подниматься вертикально (т.е. двигаться так, чтобы высота подъема была бы пропорциональна квадрату времени).

6. Эту задачу удобнее всего решать в системе отсчета, связанной с отрезком прямой, соединяющей центры Земли и Солнца. В такой системе отсчета движения всех небесных тел являются синодическими. Синодический период Луны составляет $T = 29.5$ дня. Таким образом, скорость тени Луны относительно центра Земли составляет

$$V_1 = 2\pi \times d/T = 2\pi \times 384\,000\,000/29.5 \times 86\,400 \approx 946 \text{ м/с.}$$

(Здесь d – расстояние между центрами Земли и Луны.) Но поверхность

Земли вблизи экватора движется (относительно прямой, соединяющей центры Земли и Солнца) в том же направлении со скоростью

$$V_2 = 40000000/86400 \text{ м/с} \approx 463 \text{ м/с.}$$

Таким образом, скорость лунной тени относительно поверхности Земли составит разность этих двух скоростей: $V = V_1 - V_2 \approx 480 \text{ м/с.}$

XI–XII классы

1. Согласно формуле Вина, длина волны спектрального максимума обратно пропорциональна температуре тела, следовательно, первое тело (максимум излучения которого приходится на $2000 \text{ \AA}$) в 5 раз горячее. Согласно закону Планка, тело с более высокой температурой излучает сильнее на всех длинах волн, в том числе и на $2000 \text{ \AA}$, и на $10000 \text{ \AA}$. По формуле Стефана–Больцмана, полная мощность излучения пропорциональна четвертой степени температуры. Следовательно, мощность излучения с единицы поверхности первого тела в $5^4 = 625$ раз выше. Для того чтобы ответить на вопрос о соотношении полных энергий, излучаемых

этими звездами, данных в задаче не хватает: нужно знать еще соотношение размеров звезд.

2. Радиус такой черной дыры найдем из условия, что на расстоянии этого радиуса от центра дыры вторая космическая скорость равна скорости света: $c = (2GM/R)^{1/2}$, поэтому $R = 2GM/c^2$.

Следовательно, диаметр равен

$$D = 4GM/c^2 = 4 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 5 \times 10^6 / (3 \times 10^8)^2 \approx 1.4 \times 10^{-20} \text{ м.}$$

Объекты такого размера современной науке неизвестны, разве что – мельчайшие элементарные частицы, о размерах которых и говорить сложно. Что же касается распространения видимого света около такой черной дыры, то свет его просто "не заметит", ведь длина волны света ($4 \times 10^{-7} - 8 \times 10^{-7} \text{ м}$) на 13–14 порядков больше размера нашей черной дыры!

3–6. См. решения задач 3–6 для VIII–X классов.

М.Г. ГАВРИЛОВ,
кандидат физико-математических наук,
председатель Координационного совета
Международной астрономической олимпиады

От “Спирали” до проекта “МАКС”

В нашей стране в 1960–80-е гг. в условиях повышенной секретности проводились опытно-конструкторские и научно-исследовательские работы при создании авиационно-космических систем. Они отличаются от традиционных КК, возвращающихся по баллистической траектории, возможностью управляемого спуска с орбиты, маневрирования в атмосфере и посадки на аэродром, многократного использования и возвращения на Землю космических ап-

паратов или их ремонта на орбите. Один из таких проектов – “Спираль” – так и не был реализован. Проект “Буран” прошел все этапы и завершился орбитальным полетом корабля многоразового использования (Земля и Вселенная, 1989, № 2). Разработка проекта “МАКС” (многоцелевая авиационно-космическая система), несмотря на прекращение финансирования в 90-е гг., продолжается благодаря энтузиазму специалистов (Земля и Вселенная, 1991, № 3).

ИСТОРИЯ ПРОЕКТА “СПИРАЛЬ”

В 1960–70-х гг. по инициативе авиаконструктора Г.Е. Лозино-Лозинского (Земля и Вселенная, 2000, № 6) в авиастроительной фирме А.И. Микояна ОКБ-155 создан самостоятельный отдел “Газовой динамики” (руководитель Л.П. Воинов). Отдел активно внедрял в практику проектирования и эксплуатации сверхзвуковых самолетов новые методы аэро- и гидродинамики. С этой целью организованы научные исследования в кооперации с Центральным аэрогидродинамическим институтом (ЦАГИ), Центральным институтом авиационного моторостроения (ЦИАМ), НИИ механики МГУ, НИИ тепловых процессов МФТИ, МАИ, Военно-воздушной инженерной академией им. Н.Е. Жуковского и другими организациями.

Академик А.И. Микоян в 1964 г. впервые предложил новую разработку **авиационно-космической системы**. Такие системы способны решать задачи граж-

данского и военного назначения. В начале 60-х гг. США и СССР рассматривали их как мощное средство завоевания господства в космосе и военного давления. С помощью орбитального воздушно-космического самолета планировали вести в военных целях космическую разведку и запускать в космос ядерное оружие, а также использовать его в качестве транспортного средства для обслуживания орбитальных станций. Вскоре США отказались от создания орбитального самолета из-за малой эффективности его использования. В 1959–67 гг. выполнили лишь 199 испытательных полетов на гиперзвуковом экспериментальном ракетоплане “North American X-15”, установившем мировые рекорды высоты (107 км) и скорости (7297 км/ч). В тот же период проекты подобных ракетопланов рассмотрены в ОКБ-256 П.В. Цыбина и ОКБ-23 В.М. Мясищева. Решено было провести проектно-исследовательские работы по проекту 50-50, получившему



Проект авиационно-космической системы "Спираль". На корпусе гиперзвукового самолета-носителя укреплен орбитальный самолет с ракетным ускорителем.

название "Спираль" (Земля и Вселенная, 1999, № 2).

В 1965 г. Г.Е. Лозино-Лозинского назначили Главным конструктором авиационно-космической системы "**Спираль**". Уже к концу 1965 г. под его руководством разработан эскизный проект системы из трех блоков: орбитальный самолет с ракетным ускорителем и гиперзвуковой самолет-разгонщик, оснащенный четырьмя турбореактивными двигателями с пароводородной турбиной конструкции А.М. Люльки. Стартовая масса системы – 115 т, орбитального самолета – около 10 т. Многоразовая первая ступень (гиперзвуковой самолет-разгон-

щик) для старта с взлетно-посадочной полосы снабжалась разгонной тележкой. Вторая ступень состояла из ракетного ускорителя и выводимого в космос одноразового пилотируемого **воздушно-космического самолета (ВКС)**.

Проект "Спираль" предусматривал выполнение нескольких этапов космического полета: система стартует с аэродрома, самолет-разгонщик доставляет вторую ступень на высоту 28–30 км с максимальной скоростью полета $M = 6$ (около 7000 км/ч). ВКС отделяется и с помощью ракетного ускорителя выводится на орбиту высотой 130 км, а самолет-разгонщик возвращается на аэродром. После выполнения программы (2–3 витка на орбите) ВКС совершает аэродинамический (планирующий) спуск в атмосфере и посадку на аэродром. Во время возвращения с орбиты ВКС мог сделать большой боковой маневр, а при

скорости $M < 2$ (менее 2400 км/ч) раскрываются крылья для уменьшения угла атаки. Управлять самолетом на орбите предполагалось с помощью реактивных двигателей малой тяги, а в плотных слоях атмосферы ($M = 27 \pm 2$) – углом раскрытия крыла. При посадке на аэродром используется выпускающееся шасси на четырех стойках.

Проект “Спираль” предусматривал создание гиперзвукового самолета-разгонщика в 1968–72 гг. Экспериментальный ВКС в беспилотном варианте планировалось запустить в космос в 1970 г., а пилотируемый полет намечался на 1977 г. В середине 70-х гг. могли начаться испытания всей системы. Но этим планам не суждено было осуществиться.

ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИЙ САМОЛЕТ

Орбитальный самолет в проекте “Спираль” представлял собой одноместный летательный аппарат со стреловидностью крыльев 50° и носом большого радиуса затупления. Он имел форму “несущий корпус”, при которой достигаются оптимальная теплозащита, минимальные масса и тепловые нагрузки от кинетического нагрева во время спуска с орбиты при больших углах атаки – $45\text{--}65^\circ$. Были решены проблемы нагрева нижней поверхности и ее сочленения с ферменной конструкцией корпуса. Наиболее теплонапряженные части самолета предполагалось покрыть жаростойкой металлической теплозащитой. Предусматривалась возможность аварийного спасения пилота на любом участке полета с помощью капсулы-кабины, снабженной механизмом катапультирования, парашютом, тормозными двигателями для входа в атмосферу и навигационным блоком.

Двигательная установка на ВКС состояла из маршевого ЖРД тягой 1.8 тс для выведения на орбиту после прекращения работы ракетного ускорителя, маневрирования в космосе и торможения при спуске с орбиты, двух блоков системы управления полетом с 6 ЖРД грубой стабилизации тягой по 16 кгс и 10 ЖРД тонкой стабилизации тягой по 1 кгс. Реактивное управление с сильфонной системой подачи топлива и гелиевым поддавливани-

ем обеспечило надежную работу системы управления в невесомости. ЖРД работали на самовоспламеняющихся компонентах – азотном тетраоксиде и несимметричном диметилгидразине. Сопла всех двигателей расположены на донном срезе орбитального самолета, поэтому не требовалась защита его хвостовой части от тепловых воздействий. В разработке ЖРД активное участие принял ведущий специалист ЦИАМ по перспективным двигателям С.С. Баландин.

В 1965 г. руководители НПО “Энергия”, в их числе академик С.П. Королев, обсуждали вопрос о выводе воздушно-космического самолета на орбиту с помощью РН “Союз”. При благоприятных обстоятельствах можно было создать такую систему еще в 60-х гг., но это решение отодвинулось.

ГИПЕРЗВУКОВОЙ САМОЛЕТ-РАЗГОНЩИК

В конце 60-х гг. проведены исследования аэродинамических характеристик формы **гиперзвукового самолета-разгонщика** с учетом требований к элементам силовой установки. Предложена наиболее оптимальная конструкция: носовая часть служит крылом и первой ступенью клина сверхзвукового воздухозаборника (около $2/3$ длины самолета), а хвостовая часть использована в качестве реактивного сопла с внешним расширением газовых струй четырех пароводородных реактивных двигателей на вертикальном клине. Переменный режим работы двигателей не изменял продольный аэродинамический момент самолета, что важно для устойчивого полета в атмосфере.

Выполнены лишь продувки в аэродинамических трубах ЦАГИ моделей самолета-разгонщика, его воздухозаборника и хвостовой части с реактивным соплом. Хвостовая часть с соплом внешнего расширения самолета-разгонщика продувалась также на стенде Военно-воздушной инженерной академии им. Н.Е. Жуковского под руководством Ю.Н. Нечаева.

РАКЕТНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ

В начале 70-х гг. совместно с НПО “Энергомаш”, возглавляемым академи-

ком В.П. Глушко, проектировали отдельный **блок ракетного ускорителя** второй ступени системы "Спираль", использующий в качестве топлива водород и фтор. Ракетный ускоритель при использовании трехкомпонентного гибридного топлива должен был обладать уникальной характеристикой – максимальным удельным импульсом 500–510 с (отношение тяги двигателя к секунднему расходу некоторой массы топлива). Рассматривались и другие виды топлива с удельным импульсом от 400 до 482 с. Максимальная масса полезного груза при удельном импульсе двигателя 500 с и скорости расцепки орбитального самолета от самолета-разгонщика $M = 5.5$ (около 6500 км/ч) составляла 10% стартовой массы системы.

Уже в конце 60-х гг. впервые отработывалась силовая установка ракетного ускорителя, работающего на трехкомпонентном топливе: смесь $\text{BeH}_2 + \text{F}_2$ и жидкого кислорода, имеющая низкую газовую постоянную и высокую температуру горения (5280°C). Удельный импульс двигателя составил 467 с. Возникла проблема в создании сопла с такой высокой тепловой нагрузкой. При использовании жидкого водорода температура понизилась до 2800°C, увеличились газовая постоянная и удельный импульс (до 510–532 с). Были рассмотрены и другие варианты ускорителя, в том числе твердотопливные пороховые двигатели конструкции П.Ф. Зубца.

ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЕКТА "СПИРАЛЬ"

Отрабатывали системы и конструкцию ВКС одновременно по двум направлениям: испытание полноразмерного пилотируемого дозвукового самолета-аналога и его летающих гиперзвуковых моделей (в масштабе 1 : 3 и 1 : 2). Летающие модели – беспилотные орбитальные ракетопланы ("Бор") – имели конструкцию "несущий корпус" массой 0.5–1 т, длиной 2.5 и 3.8 м. Большая программа испытаний аппаратов "**Бор-1, -2 и -3**" включала их продувку в аэродинамических трубах ЦАГИ, имитацию на стендах различных режимов и этапов полета. До создания самолета-разгонщика плани-

ровалось провести орбитальные испытания космического самолета и моделей, запуская их при помощи ракеты-носителя. Снижение в атмосфере после орбитального полета и посадка на аэродром должны были производиться планированием с использованием турбореактивного двигателя. В хвостовой части орбитального самолета на верхней поверхности в плоскости симметрии устанавливался воздухозаборник **воздушно-реактивного двигателя** (ВРД).

В начале 70-х гг. прошли испытания ВРД 36–35 конструкции П.А. Колесова, имеющего высокую газодинамическую устойчивость и малое потребление топлива, а его низкий удельный вес (0.04 кг/кг тяги) до сих пор остается непревзойденным.

Для испытаний ВКС (заход на посадку и приземление на аэродром, проверка аэродинамических характеристик и управляемость в атмосфере при возвращении на Землю) в филиале ОКБ им. А.И. Микояна (г. Дубна) построили дозвуковой **одноместный самолет-аналог** с турбореактивным двигателем (**изделие 105**). Его летные испытания начались в мае 1976 г. с коротких полетов над взлетно-посадочной полосой Летно-исследовательского института им. М. Громова (ЛИИ). 11 октября 1976 г. аппарат совершил перелет с одной полосы аэродрома на другую. В дальнейшем самолет-аналог подвешивали под фюзеляжем модифицированного бомбардировщика ТУ-95 К и отцепляли на высоте около 5.5 км над аэродромом. Затем самолет-аналог совершал посадку. Первый полет изделия 105 состоялся 27 октября 1977 г., а в 1978 г. выполнено еще 5 полетов. Испытательные полеты проводили летчики-испытатели А. Фастовец, И. Волк, А. Федотов, П. Остапенко и В. Урядов.

Из проектов многоразовых ВКС 60-х гг. только система "Спираль" достигла стадии испытаний прототипа пилотируемого орбитального самолета. Работы над проектом проводились до 1978 г. и были прекращены по указанию Министерства авиационной промышленности. Впоследствии разработка орбитального самолета "Спираль" получила диплом и

специальный приз на Брюссельской выставке изобретений “Эврика-94”. В 1997 г. стало известно, что NASA приступило к постройке экспериментального аппарата X-38, прототипа ВКС “СРV”, для обслуживания Международной космической станции (Земля и Вселенная, 1999, № 2). По форме X-38 повторяет орбитальный самолет “Спираль”.

СОЗДАНИЕ ОРБИТАЛЬНОГО САМОЛЕТА “БУРАН”

Успешная разработка системы “Спираль” привела к решению о создании авиационно-космического объединения.

В феврале 1976 г. было образовано НПО “Молния” для создания ВКС многократного использования. Генеральным директором и главным конструктором планера корабля назначили Г.Е. Лозино-Лозинского. Опыт испытаний прототипа ВКС учли при разработке **орбитального КК “Буран”** (Земля и Вселенная, 1999, № 2). Военные и политические круги нашей страны стремились создать многократную транспортную космическую систему, не уступающую по возможностям аналогичной американской “Спейс Шаттл”. Генеральный конструктор НПО “Энергия” В.П. Глушко, возглавивший работы по созданию системы “Энергия–Буран”, категорически отверг отечественный проект ВКС 1976 г., несмотря на его очевидные преимущества. Он потребовал копировать проект ВКС системы “Спейс Шаттл” (первый космический полет корабля “Колумбия” состоялся 12 апреля 1981 г.).

Разрабатывая систему “Энергия–Буран”, учитывали военные (космическая разведка, элементы противоракетной обороны, запуск и снятие с орбиты военных КА) и иные перспективные планы освоения космоса. Это, например, строительство орбитальных промышленных комплексов, сборка солнечных электростанций и других больших конструкций, создание исследовательских баз на Луне, выполнение марсианской экспедиции. Трехступенчатая система “Энергия–Буран” состояла из мощной одноразовой двухступенчатой РН и орбитального пилотируемого корабля много-

кратного использования типа ВКС (до 100 полетов). РН “Энергия” могла запустить КК “Буран” массой более 100 т, способный транспортировать грузы до 30 т и возвращать на Землю до 20 т.

Для реализации проекта “Буран” требовалось:

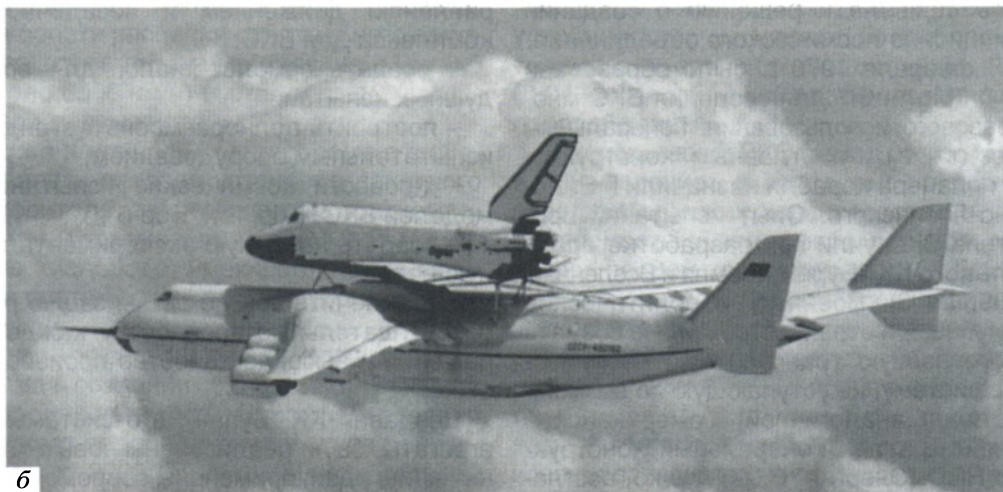
- создать универсальную ракету-носитель сверхтяжелого класса и стартовый комплекс для ее запуска;
- создать принципиально новое теплозащитное покрытие корабля;
- решить вопросы автоматической посадки, программного обеспечения по управлению движением и посадочного комплекса для ВКС;
- создать самолет-аналог для воздушных испытаний;
- построить полноразмерный стенд с испытательным оборудованием;
- провести космические испытания моделей ВКС “Бор-4” и “Бор-5”;
- создать наземную экспериментальную базу;
- обеспечить общую организацию работы, тщательную проработку каждого решения и высокое качество производства.

Создавая КК “Буран”, его системы и агрегаты, были реализованы новые технические идеи, применены современные конструкционные материалы и элементная база, внедрены достижения электронной техники и программно-математического обеспечения, разработаны новые технологические процессы. Орбитальный самолет построен на Тушинском авиационном заводе. Элементы конструкции самолета изготовлены на многих авиазаводах страны, все работы координировало и контролировало головное предприятие – НПО “Молния”. В него вошли авиационные фирмы главных конструкторов А.В. Потопалова, М.Р. Бисновата и В.М. Мясищева, а также работающие над проектом “Спираль” специалисты из ОКБ “Радуга” (г. Дубна) и ОКБ им. А.И. Микояна.

Баки второй ступени РН “Энергия” и КК “Буран” по предложению Г.Е. Лозино-Лозинского и его заместителя Г.П. Деметтьева доставлял на космодром **самолет ВМ-Т “Атлант”**, созданный на базе стратегического бомбардировщика в



а



б

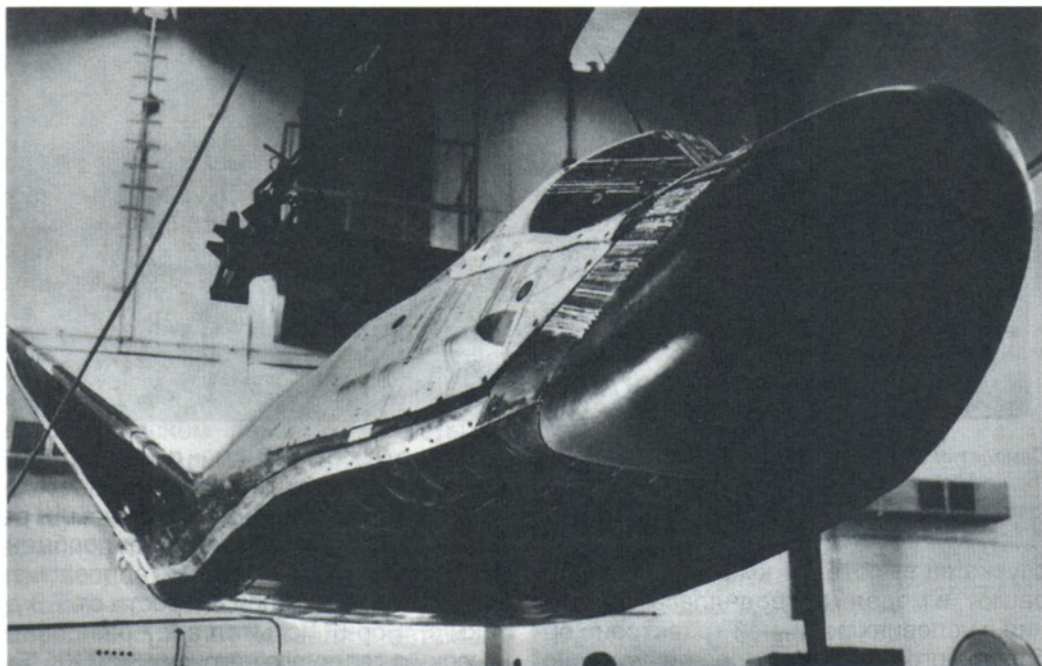
Транспортировка КК "Буран" на космодром Байконур с помощью самолетов: а) ВМ-Т "Атлант" и б) АН-225 "Мрия".

ОКБ-23 В.М. Мясищева. Были проверены на интерференцию воздушных потоков, возникающих при обтекании транспортируемого бака РН (диаметр 8 м — больше фюзеляжа самолета почти в три раза).

С помощью самолета **ТУ-154ЛЛ (летающая лаборатория)** отрабатывали бортовую ЭВМ, управляющую полетом КК "Буран" в автоматическом режиме. Выполнено свыше 200 автоматических заходов на посадку и около 70 посадок на аэродром. На основе анализа результатов испытаний, подтвердившего правильность математических программ, даны рекомендации для испытания самолета-аналога "Бурана". Опережая ис-

пытания бортовой ЭВМ на самолете-аналоге корабля и ТУ-154ЛЛ, исследования проводились и на полноразмерном стенде оборудования (ПРСО), который моделировал все возможные ситуации полета при спуске с орбиты КК "Буран". С помощью стенда устранено около 1500 ошибок в программе управления полетом корабля.

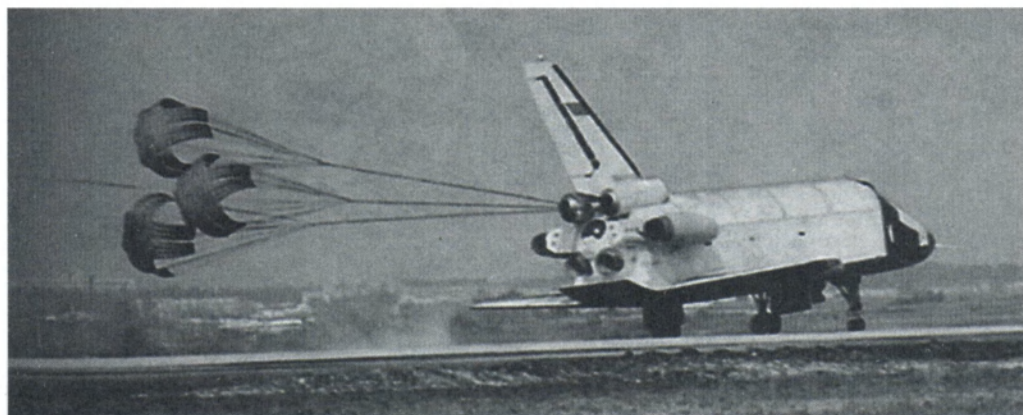
Г.Е. Лозино-Лозинскому удалось включить в планы испытаний КК "Буран" запуски на орбиту летающих **моделей "Бор-4"**, необходимые для отработки в условиях спуска после орбитального полета теплозащитного покрытия и элементов конструкции. "Бор-4" изготовили в процессе работ по проекту "Спираль", он представлял собой копию ВКС в масштабе 1 : 10 (длина 3.8 м). Модели запускали с космодрома Капустин Яр РН "Космос-3М" на орбиту высотой около 225 км. После торможения и планирующего



Модель воздушно-космического самолета "Бор-4" для испытания теплозащитного покрытия на околоземной орбите. Запускалась РН "Космос-3М" в 1980–85 гг.



Экспериментальный аппарат "Бор-5" для испытаний аэродинамических характеристик КК "Буран".



Самолет-аналог БТС-002 космического корабля "Буран" совершает посадку на аэродром.

спуска на высоте 7.5 км выпускался парашют, и модель приводнялась. Испытания в условиях реальной траектории орбитального самолета прошли успешно, подтвердив правильность концепции теплозащитного покрытия корабля "Буран".

Чтобы получить экспериментальные аэродинамические данные в процессе разработки КК "Буран" в ЛИИ и НПО "Молния", создали его копию "Бор-5" в масштабе 1 : 8 (длина 4.5 м), масса моделей "Бор-4 и -5" – 1450 кг. Запускали модели "Бор-5" РН "Космос-3М" по суборбитальной траектории в направлении оз. Балхаш. Достигнув максимальной высоты – 210 км, модель выполняла баллистический спуск со скоростью

5 км/с, с высоты 50 км – по траектории, подобной условиям аэродинамического обтекания "Бурана". Для этого были решены вопросы сложного теплообмена конструкции и элементов теплозащиты на высоте 100 км при скорости от 7.3 до 4 км/с. "Бор-5" испытал в 2.7 раза более высокую тепловую нагрузку, чем КК "Буран". Современные неуносимые теплозащитные материалы не выдерживают такой температуры, поэтому корпус "Бурана" содержал абляционное покрытие (охлаждение конструкции путем частичного испарения материала) и сверхжаростойкие металлы, выдерживающие условия нестационарного нагрева. Результаты испытаний позволили уточнить аэродинамические характеристики орбитального самолета.

Особое внимание уделено отработке режимов автоматической посадки КК "Буран". С этой целью с 10 ноября 1985 г.

Запуск моделей "Бор-4" и "Бор-5"

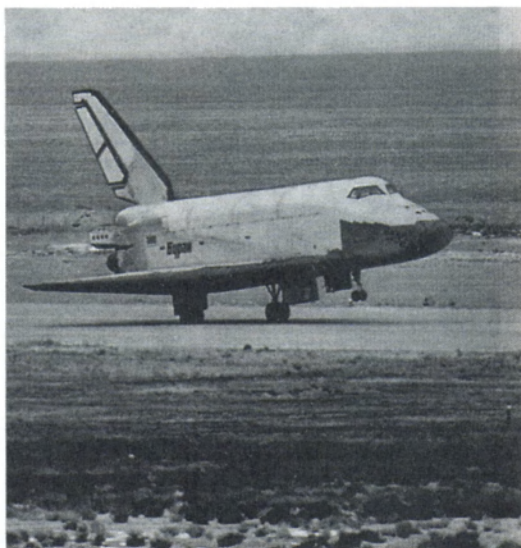
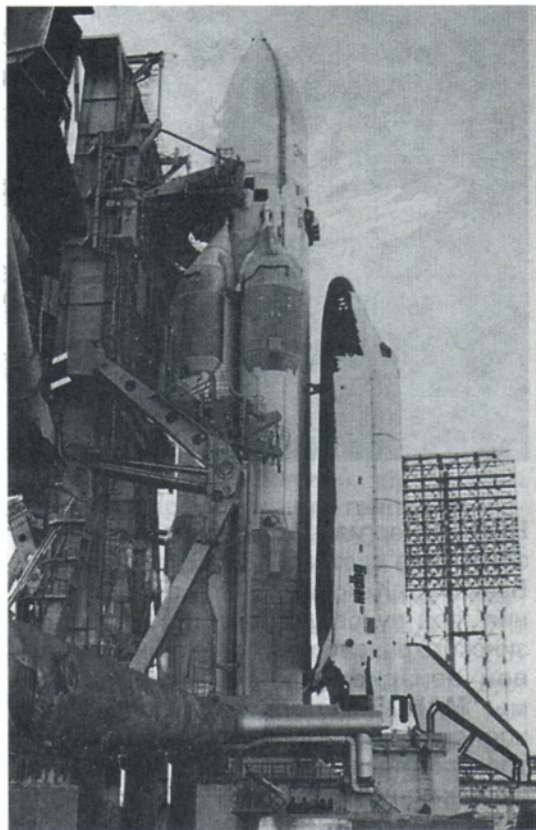
№	Дата запуска	Модель	Название ИСЗ	Результаты испытаний
1	5 декабря 1980 г.	"Бор-4"	–	Проверка РН и космодрома
2	4 июня 1982 г.	"Бор-4"	"Космос-1374"	Первое испытание на орбите
3	16 марта 1983 г.	"Бор-4"	"Космос-1445"	Успешный полет на орбите
4	27 декабря 1983 г.	"Бор-4"	"Космос-1517"	Модель найти не удалось
5	6 июля 1984 г.	"Бор-5"	–	Модель не отделилась от РН
6	19 декабря 1984 г.	"Бор-4"	"Космос-1616"	Успешный полет на орбите
7	17 апреля 1985 г.	"Бор-5"	–	Проверка работы РН и системы ВКС
8	27 декабря 1986 г.	"Бор-5"	–	Успешное испытание модели
9	27 августа 1987 г.	"Бор-5"	–	Успешное испытание модели
10	22 июня 1988 г.	"Бор-5"	–	Успешное испытание модели

по 15 апреля 1988 г. было проведено 24 горизонтальных полета полноразмерного **корабля-аналога БТС-002**. Он ничем не отличался от орбитального самолета, кроме четырех газотурбинных двигателей, необходимых для выполнения полета. Самолет-аналог взлетал с аэродрома и отрабатывал спуск с высоты 4 км со скоростью 600 км/ч в ручном и автоматическом режимах. Полеты на БТС-002 выполнили летчики-испытатели И. Волк, Р. Станкявичус, А. Левченко, А. Щукин, И. Бачурин и А. Бородай. Они вошли в отряд космонавтов-испытателей, созданный в 1978 г. для подготовки к космическим полетам на КК "Буран". К сожалению, полет корабля в автоматическом режиме **15 ноября 1988 г.** оказался последним.

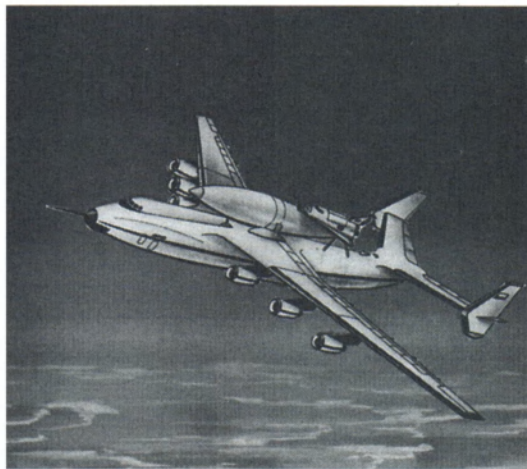
При создании КК "Буран" разработано около 600 оригинальных технологий. Это новые технологии и материалы, станки и устройства, программы и методики, экспериментальные стенды и установки, измерительная техника, автоматизированная система управления, часть из них уже освоена в различных отраслях промышленности. Их использование позволило бы со временем компенсировать огромные затраты на создание системы "Энергия-Буран", но программу закрыли в 1996 г. Остались невостребованными уникальные экспериментальная база и оборудование, стартовый комплекс, ракета-носитель и корабль.

ПРОЕКТ "МАКС"

Реализация проекта "Спираль" и системы "Энергия-Буран" оказалась сложной и длительной. Поэтому в 80-х гг. решили запускать орбитальный самолет с помощью тяжелого самолета-носителя АН-225 "Мрия", который был заказан



Посадка корабля "Буран" 15 ноября 1988 г. после орбитального полета.



Проект многоцелевой космической системы "МАКС", состоящий из самолета-носителя АН-225, топливного бака и орбитального пилотируемого самолета. Рисунок

НПО "Энергия" для транспортировки элементов системы "Энергия-Буря" на Байконур. К концу 1989 г. в НПО "Молния" под руководством Г.Е. Лозино-Лозинского разработан проект **многоцелевой авиационно-космической системы "МАКС"**. Цель проекта – существенное снижение стоимости космических транспортных операций и повышение эффективности системы запуска благо-

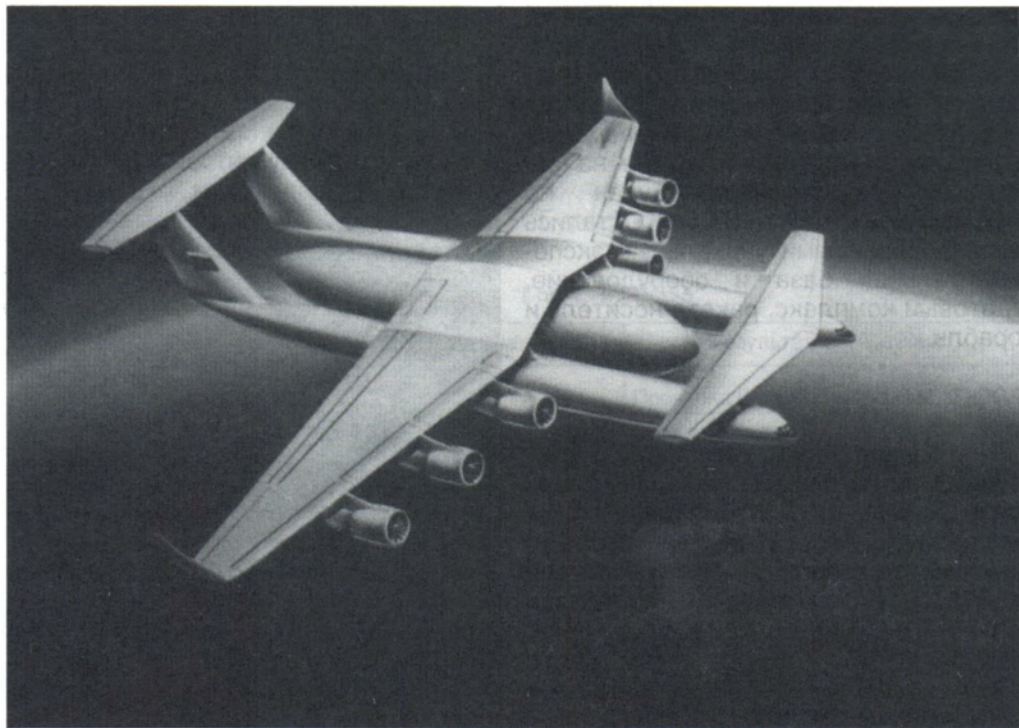
даря использованию метода воздушного старта с самолета-носителя.

Выгоды воздушного старта очевидны:

- увеличение массы полезного груза;
- высокая подвижность точки старта и возможность выбора при формировании плоскости орбиты;
- использование крупных аэродромов вместо космодромов;
- десятикратное снижение стоимости вывода полезного груза.

Рассматривались три варианта эксплуатации системы: с пилотируемым ВКС и внешним топливным баком **"МАКС-ОС"**, с грузовым беспилотным кораблем и одноразовым блоком выведения **"МАКС-Т"**, с ВКС многоразового использования **"МАКС-М"**. Каждый ва-

Перспективный самолет-носитель (триплан) "Геракл", способный запускать космическую систему "МАКС" (с удвоенной по сравнению с АН-225 массой грузов). Рисунок



риант применяется для выполнения задач, где его эффективность максимальна. Двухступенчатая система "МАКС" состоит из **самолета-носителя АН-225** и космической ступени – пилотируемого или беспилотного корабля (или разгонного блока) с топливным баком (или без него). Стартовая масса системы "МАКС" – 630 т, масса второй ступени – 275 т, масса запускаемого груза – от 3.5 до 19.5 т (в зависимости от высоты орбиты), масса возвращаемого груза – 4.6–7 т.

При анализе эффективности силовой установки "МАКС" выяснилось, что целесообразно применить ЖРД на трехкомпонентном топливе. Во-первых, при использовании керосина существенно уменьшаются габариты водородного бака, его масса и аэродинамическое сопротивление. Во-вторых, двигатель становится двухрежимным: со 100%-тягой он работает на малых высотах, при 40% тяги – на больших высотах. Вместо двух ЖРД используется один.

Серьезными проблемами воздушного старта оказались акустические и тепловые нагрузки на обшивку самолета-носителя АН-225. Акустические нагрузки, несомненно более сложные при старте РН "Энергия", уже решены во время исследований работ совместно с ЦНИИМАШ, ЦАГИ, НИИТП, НПО "Энергия" и "Молния". Модели (масштаб 1 : 10)

испытаны в условиях старта и определены нормы акустической нагрузки. Условия воздушного старта легче, т.к. в момент отделения орбитального самолета от АН-225 акустическое воздействие уменьшается в 4 раза пропорционально атмосферному давлению, при этом тяга двигателя уменьшается. Влияние реактивной струи ЖРД на обшивку самолета-носителя снижено в результате проведенных мероприятий: отработана операция расцепки корабля от АН-225, выбраны режимы работы двигателей, определены направление струи (9° вверх от оси фюзеляжа) и степень черноты поверхности обшивки ($\epsilon = 0.35$).

Г.Е. Лозино-Лозинский предложил идею тяжелого **самолета-триплана "Геракл"** грузоподъемностью 450 т, способного заменить АН-225. Триплан уникален: не входит в штороп, его габариты и масса меньше традиционных самолетов, а грузоподъемность выше, чем у АН-225 на 45%. Использование "Геракла" для запуска ВКС, по сравнению с АН-225, повышает массу выводимых на орбиту грузов на 20%. Состояние проекта "МАКС" позволяет уже сейчас (при необходимом финансировании!) построить опытный экземпляр воздушно-космической системы.

*В.Е. СОКОЛОВ,
кандидат технических наук*

Информация

Проекты межпланетных станций с солнечными парусами

Завершились испытания в вакуумных камерах лабораторий NASA по моделированию полетов АМС с солнечными парусами. Паруса изготовлены из сверхлегкой жаростойкой пленки толщиной 7.5 мкм с односторонним зеркальным покрытием. На парус направляли пучок микроволнового излучения мощностью от 7.9 до 13.9 кВт. По эффекту действия фотонов вычислялась тяга, а

перемещение пленки фиксировалось маятниковыми подвесками. Эксперимент подготовлен учеными Т. Ноуэлсом и Л. Мирабо.

Давление светового потока незначительно, поэтому для создания необходимой тяги даже на небольшом КА требуются паруса огромных размеров. Например, КА массой 65 кг должен снабжаться парусом из сверхлегкой пленки массой 35 кг (включая модуль развертывания, мачты крепления и другое оборудование) и площадью около 400 м². Разработана и проверена технология развертывания солнечных парусов, что позволит в ближайшее время создать небольшой экспериментальный модуль с парусом около 1600 м². Его предпо-

лагается запустить в качестве попутного груза на европейской РН "Ariane-5" в 2002–03 гг.

В перспективе АМС с солнечными парусами могут исследовать несколько малых тел Солнечной системы, совершая перелеты со скоростями, в 10 раз превышающими традиционные двигательные установки. В рамках проекта "ODISSEE" ("Орбитальная демонстрация инновационной технологии развертываемой конструкции солнечного паруса") будет изучена возможность полетов таких конструкций для возвращения проб грунта комет, астероидов и спутников планет или выхода из плоскости эклиптики на десятки а.е.

Flieger Revue, 2000, 48, 6

СУДЬБА ТЕЛЕСКОПА

В феврале 1999 г. исполнилось 90 лет городской астрономической обсерватории в Иркутске. Создана она была по инициативе действительного члена Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества (ВСОРО) Р.С. Пророкова, предложившего в 1909 г. организовать первую в Сибири астрономическую обсерваторию.

В городе нашлось много людей, поддержавших идею. В краткое время по подписным листам собрали 3400 руб. и примерно на 1000 руб. строительных материалов. Наиболее значительные суммы внесли Г.И. Русанов, С.Н. Родионов, Я.Г. Патушинский, И.Я. Виник, М.Д. Куз-

нец, Е.И. Риф, А.В. Касьянов, А.И. Громо-вой, И.Н. Белозеров, В.В. Жарников. По совету профессора С.Н. Глазенапа заказ на телескоп-рефрактор с двухлин-зовым объективом диаметром 130 мм, с параллактической монтировкой и чугун-ным штативом был сделан заводу Цейс-са в Германии.

На одной из башен здания ВСОРО (ныне краеведческий музей) Р.С. Пророков с помощниками соорудили купол с открывающимся окном. Купол вращался при помощи лебедки, перемещающейся по круговому рельсу на чугунных колеса-ках.

В январе 1910 г. 200-пудовый груз из Германии прибыл в Иркутск. 7 февраля обсерватория была открыта для членов ВСОРО и жертвователей. Через неде-лю к телескопу пришли первые платные посетители. В первые же дни наблюде-ний удалось увидеть комету Галлея — раньше, чем в Пулковской!

В декабре 1917 г. вблизи обсерватории, находившейся по соседству со зда-нием генерал-губернаторства, шли оже-сточенные бои за установление Совет-ской власти. Два снаряда и около сотни пуль пробили стены обсерватории. 26 пуль попали в штатив и трубу телескопа, повредив некоторые части инструмента. В этот же период воры унесли стенные часы, искатель и некоторое оборудова-ние. К счастью, превосходный объектив, часовой механизм и окуляры оказались нетронутыми. Обсерватория Пророкова после необходимых восстановитель-ных работ продолжала функциониро-



Башня здания Восточно-Сибирского отдела Рус-ского (Императорского) Географического общест-ва (ныне Областной краеведческий музей в Иркут-ске), где с 1910 по 1960 г. стоял телескоп Цейсса.



Презентация восстановленного рефрактора Цейсса в Иркутском областном краеведческом музее 24 марта 2000 г.

вать. В первые 15 лет обсерваторию посетили 20 тыс. человек – школьники, студенты, военные, рабочие и служащие.

В 50-е гг. руководителем обсерватории стал старший преподаватель Иркутского госуниверситета А.А. Каверин. Он, как и основатель обсерватории Р.С. Прокопов, был энтузиастом и пропагандистом астрономических знаний. Каверин, специалист в области затмений, вел предвычисления затмений для многих пунктов страны. Как астроном классической школы, он наблюдал все редкие астрономические явления и призывал своих учеников не пропускать интересные события на небе. Под его руководством на обсерватории выполнен ряд научных работ, прежде всего силами студентов ИГУ. Здесь начали свой путь в астрономию известные специалисты по малым планетам Н.С. Черных и Л.И. Черных, известный гелиофизик, заслуженный деятель науки РФ Г.В. Куклин. Они наблюдали великое противостояние Марса

1956 г., многие затмения, кометы, покрытия звезд Луной. Результаты опубликованы в более чем 20 выпусках Астрономического циркуляра и в других изданиях. По инициативе известного астронометриста Е.П. Федорова, будущего академика, на обсерватории с 1940 г. вели наблюдения солнечных пятен; оперативные сводки отсылали в центры Службы Солнца. Почти 20 лет эти наблюдения проводил А.А. Каверин.

К 1960 г. накопилось множество проблем. Оставшаяся длительное время без материальной поддержки обсерватория постепенно пришла в упадок. После перехода А.А. Каверина в пединститут обсерваторию пришлось закрыть. Телескоп передали ИГУ. Директор астрономической обсерватории ИГУ В.Ф. Ениш и ее сотрудник В.Н. Захаров перевезли инструмент на астроплощадку университетской обсерватории, где для него построили круглую кирпичную башню с плоской откатывающейся крышей. Телескоп периодически использовался для учебных целей и демонстрационных показов звездного неба.

В начале 1970-х гг., с назначением на пост директора обсерватории ИГУ кан-



Восстановленный 130-мм рефрактор Цейсса в экспозиции Иркутского областного краеведческого музея.

цев шли сложные восстановительные работы. Механическая часть инструмента была в очень плохом состоянии. К счастью, оптика сохранилась невредимой.

Осложнялась ситуация тем, что не сохранилось никакой технической документации. На запрос обсерватории фирма "Цейсс" ответила, что документов до 1945 г. в архивах нет. Тем не менее, коллективу клуба удалось полностью восстановить телескоп, вновь собрать и запустить часовой механизм. Многие детали пришлось изготавливать заново. Ювелирной работы потребовало изготовление некоторых шестерен, латунной турели для трех сменных окуляров. Окулярная часть трубы была сделана из гильзы от артиллерийского снаряда. Обсерватория ИГУ помогала по мере возможности, курировала работу энтузиастов – школьников, студентов и добровольных помощников астроклуба.

22 февраля 2000 г., через 90 лет после ввода телескопа в эксплуатацию, состоялось открытое заседание комиссии по приемке отремонтированного телескопа. Присутствовали представители общественности, поступили приветствия от Евро-Азиатского астрономического общества, ГАИШ, Московского отделения Астрономо-геодезического общества России. Прислал приветствие из Крыма Н.С. Черных. (По его предложению имени А.А. Каверина и К.С. Мансуровой присвоены двум открытым им малым планетам.) О событии писали все местные газеты, сюжеты о телескопе прошли по трем иркутским телеканалам и федеральному каналу РТР.

Комиссия признала, что телескоп полностью восстановлен. Месяц спустя, 21 марта, его перевели туда, где он был установлен 90 лет назад, – в здание нынешнего краеведческого музея. Но на этот раз его смонтировали не в башне, а в центральной части экспозиции, посвященной СОРГО. 24 марта в музее прошла презентация уникального экспона-

дидата физико-математических наук К.С. Мансуровой (1931–1990), был проведен цикл восстановительных работ на телескопе. Члены руководимого ею астрономического кружка наблюдали Луну, лунные затмения, планеты, звезды и яркие туманности.

Однако в начале 90-х гг. астропещадка ИГУ пришла в запустение. Были похищены окулярный блок, искатель, противовес, грузы часового механизма, выпотрошен центробежный регулятор скорости часового ведения. Инструмент пришлось демонтировать, трубу и части штатива перенесли в одно из помещений обсерватории.

В мае 1997 г. на пост директора обсерватории пригласили сына К.С. Мансуровой, бывшего члена астрокружка, кандидата физико-математических наук С.А. Язева. Договорились с заведующим Иркутским астрономическим клубом Э.Г. Зуевым о восстановлении исторического рефрактора. Коллектив клуба почел за честь реставрировать инструмент. В течение двух лет и восьми меся-

та. Астрономическая обсерватория ИГУ, на балансе которого остается рефрактор, ведет консультации с городскими организациями по поводу определения места в городе для телескопа. Инструмент способен и должен показывать всем желающим удивительную красоту

звездного неба, как это длилось многие десятилетия.

С.А. ЯЗЕВ,
директор Астрономической обсерватории ИГУ
Э.Г. ЗУЕВ,
заведующий астрономическим клубом
г. Иркутска

Информация

“Черные пауки” и “темные веера” на Марсе

Детальные снимки южнополярной области Марса выявили там непонятные образования. Это темные сильно разветвленные линии, иногда беспорядочно спутанные, а иногда имеющие радиальную структуру. Там же встречаются мутные растянутые пятна. Первые получили название “черные пауки”, вторые – “темные веера”. Каково их происхождение?

На II Международной конференции по изучению полярных районов Марса, состоявшейся в Рейкьявике (Исландия) в 2000 г., оригинальную гипотезу предложил планетолог Х. Киффер (США).

Значительная часть углекислого газа из атмосферы Марса вымерзает зимой, оседая в области полярных шапок. Весной она испаряется, поверхность тает до 10 кг двуокиси углерода с каждого квадратного метра. Но происходит это неравномерно. Пылинки, вкрапленные в лед, нагреваются быстрее и сильнее и испаряют лед вокруг себя. Слой пыли неоднородный. Могут появляться массивы льда, впрочем, неглубокие, до полуметра толщиной, почти свободные от пыли. Они почти прозрачны для солнечных лучей, и те разогревают пыль, лежащую на глубине. Вокруг нее

появляются воздушные пузыри. Воздух прорывается сквозь слабые места, необязательно прямо к поверхности. В ледниковом покрове образуется множество “газопроводов”. Возникают каналы, соединяющиеся между собой, – конечности “черного паука”. Получается, что испарение льда в этих местах идет не с поверхности, а изнутри. В конце концов где-то появится выход на поверхность, и воздух мчится к нему по каналам со скоростью до 50 м/с, захватывая с собой пыль. На выходе формируется мощный фонтан, а пыль разносится ветром и, оседая на грунт, образует обширный “темный веер”, достигающий сотен метров в длину. Подсчеты показывают, что такой механизм может “работать” до 150 сут в году.

Science, 2000, **289**, 5486, 1853

Какова роль человека во Вселенной?

Г.В. ГИВИШВИЛИ,
доктор физико-математических наук
ИЗМИРАН

Есть истины, которые родились вместе с человеком и с тех пор никем ни разу, насколько можно судить, не оспаривались. Среди них аксиома: человек занимает весьма скромное место в системе мироздания, чтобы иметь возможность влиять на его судьбу. Это суждение разделяют все: верующие и атеисты, физики и домохозяйки. Но вот вопрос – справедливо ли оно? Повидимому, нет! Что же наводит на мысль о его ошибочности? Противоречие между современной космологической моделью расширяющейся (раздувающейся) Вселенной (иногда ее называют Теорией Большого Взрыва) и так называемым “слабым” антропным принципом.

Согласно последнему, Вселенная либо существует, обязательно эволюционируя, притом так, что на определенном этапе эво-

люции в ней непременно должен появиться человек (не обязательно земной), либо она не существует вовсе. Третьего не дано. “Сильный” антропный принцип подводит под этот вывод признание необходимости существования Бога как создателя Вселенной и человека. Похоже, что в данном случае “сильный” вариант принципа просто “притянут за уши”.

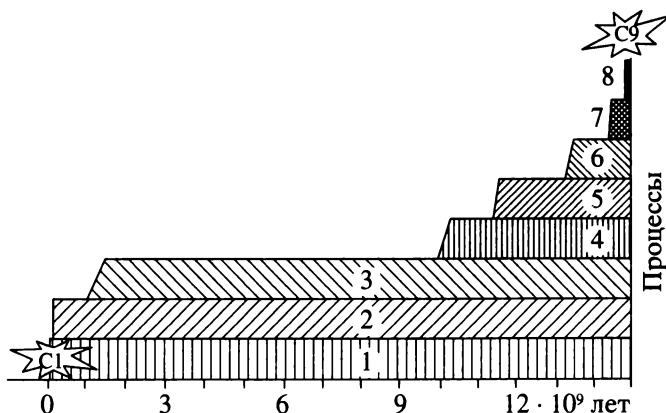
В чем же состоит упомянутое выше противоречие между теорией и наблюдением? Главным образом в том, что модель не справляется с объяснением очень ранней и поздней стадий эволюции Вселенной. Так, ее первоначальное состояние признается крайне необычным. Речь идет о сингулярности (единственности, неповторимости).

Особенность сингулярности состоит не столько в

чудовищно высокой плотности и температуре вещества, сколько в практическом отсутствии пространства как такового. Объем, занимаемый Вселенной в состоянии сингулярности, составляет 1 см³, деленный на 10 с 99 нулями. Как это понимать? Совсем не так, как можно было бы подумать, вообразив, что все вещество Вселенной собрано в одну микроскопическую булавочную головку, вокруг которой простирается необозримый океан пустого пространства – вакуума. Парадокс в том, что, в соответствии с теорией относительности Эйнштейна, сингулярность не допускает существования пространства, т.е. пустоты, вне этой исчезающе крохотной горошинки.

И тут, разумеется, возникают вопросы: каким образом и в чем могло возникнуть столь экзотическое образование – син-

С1 – космологическая сингулярность и Большой Взрыв;
 С2 – отделение вещества от излучения;
 С3 – начало формирования галактик;
 С4 – образование Солнечной системы и Земли;
 С5 – зарождение жизни на Земле;
 С6 – появление первых эукариотических клеток;
 С7 – возникновение многоклеточных организмов;
 С8 – появление семейства *Homínidae*;
 С9 – антропная сингулярность – рождение *Homo Sapiens*.



гулярность? А также как оно было преодолено? Ведь в природе не существует сил, которые могли бы превзойти гигантские силы гравитационного сжатия, стягивавшие Вселенную в точку. Космологи, правда, ссылаются на квантовые эффекты – спонтанные (случайные) флуктуации (отклонения) плотности энергии “первичного вакуума”. Но они обходят стороной вопрос о том, откуда берется этот вакуум в отсутствие пространства. Так что “начало” Вселенной стоит под большим вопросительным знаком, соседствующим с признанием случайности факта ее рождения.

Что же касается другого полюса – очень поздней стадии эволюции Вселенной, то тут модель сталкивается с парадоксом “тепловой смерти”, на что более века назад обратил внимание Больцман. Над всем живым в прямом и переносном смысле висит проклятие старения. Солнце, дающее нам тепло и свет, стареет. А оно – обычная, ря-

довая звезда. Стало быть, стареет не только Солнце, но и вся наша Галактика, состоящая из миллиардов звезд. Старее Вселенная – собраны галактик, ибо ухудшается “качество” ее энергии. Она становится немошной, не способной производить свет и тепло. К тому же из-за неизбежного при любых обстоятельствах бесконечного расширения, на которое обречена Вселенная, ее энергия и вещество должны будут рассеиваться во все возрастающих объемах пространства. Она бесследно растворится в пустоте, исчезнет без остатка.

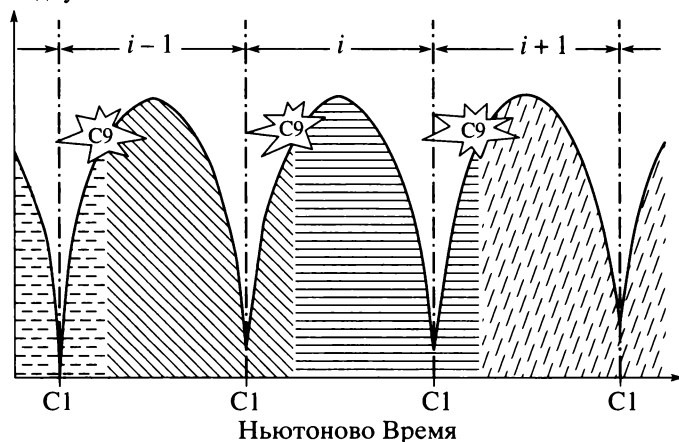
Вот тут-то и возникает логическое противоречие: если Вселенная возникла случайно, то откуда взялся тот необъятный свод “законов”, та “конституция”, согласно которой Вселенная существует уже 15–20 млрд лет? Причем существует развиваясь, порождая не только звезды и галактики, но и органическую жизнь на Земле, а также человечество с его исто-

рией появления и развития.

С другой стороны: каким образом возникла такая строгая соразмерность (гармония) всех элементов Вселенной и всех алгоритмов, управляющих ими, если вся она, в конечном счете, растворится как дым, исчезнет навсегда? Навсегда – не оговорка и не гипербола. Это – исключительно точное представление о том, что ожидает “теоретическую” расширяющуюся Вселенную, у которой фактически абсолютно нет будущего.

Каким образом можно предотвратить подобный финал? Как, иными словами, развязать этот gordiev узел противоречий? Ответ один: повернуть вспять нынешнюю динамику движения – сменить расширение Вселенной сжатием. Тогда через несколько миллиардов лет Вселенная переживет грандиозную встряску – гравитационный коллапс, в процессе которого вещество и энергия Вселенной разом радикально “омолодятся”. Вселенная

Радиус Вселенной



Эволюция Вселенной в нынешнем i -цикле до появления Ното Sapiens определяется граничными условиями, заданными мыслящими существами из предыдущего $i-1$ цикла (наклонная штриховка). Завершающая стадия "земного" (i) цикла и начальная стадия последующего $i+1$ цикла контролируется человеком (горизонтальная штриховка). Космологические сингулярности $C-1$ маркируют фазовые переходы между "старыми" и "новыми" Вселенными; $C-9$ — моменты появления в них мыслящих существ.

обретет "второе дыхание" и начнет новую жизнь, шаг за шагом следуя по стопам "нашей" Вселенной. И в ней спустя какое-то время опять возникнет разумная жизнь, в закономерности ее бытия появятся логика и смысл, которых она в настоящее время лишена (если верить теории): как можно говорить о смысле чего-то появившегося случайно и которому вскоре (несколько миллиардов лет есть миг по сравнению с вечностью) предстоит исчезнуть навсегда.

Что мешает осуществлению этого сценария циклического существования Вселенной? Не возрастание энтропии (т.е. меры хаоса), как думают некоторые. Мешает недостаточная "массивность" Вселенной: ее средняя плотность, которая, похоже, ниже критического значения. Будь она равной или выше критической, циклы сжатие — расширение, рождение — гибель могли бы чередоваться бесчисленное множество раз.

Известно, что в настоящее время вещество Вселенной распределено в пространстве равномерно. В нем не выделена ни одна область, которая могла бы послужить "ядром конденсации" для притяжения масс из всех других областей пространства при плотности, меньшей критического значения. Но что мешает нам думать, что такое ядро (или сильная гравитационная неоднородность — аномалия) может быть создано искусственно? Непреодолимые технические трудности? Земная наука существует всего-то две тысячи лет, а по-настоящему развязаны у нее руки не более 500 лет. Но разве она не успела уже доказать, что непреодолимых технических трудностей для человечества не существует? А ведь впереди у нас тысячи и миллионы лет, если будем руководствоваться разумом и здравым смыслом, а не инстинктом и верой в чудеса, доверяясь которым мы можем "плохо кон-

чить", притом довольно скоро.

Ставя перед собой благородную цель — не дать прерваться нити бытия Природы, — мы ничем не рискуем, ничем не жертвуем. Хотим мы этого или нет, Солнце рано или поздно погаснет, Галактика погрузится во тьму, во Вселенной воцарятся мрак и холод. Не станет и нас, независимо от нашей воли. Но в нашей воле создать условия для рождения на месте и из материала "нашей" угасающей Вселенной новой, "дочерней" Вселенной, в которой в свое время появятся органическая жизнь, человек (в широком смысле) и понимание им своей ответственности перед Космосом.

Признание человека в качестве связующего звена между гибнущим "старым" и рождающимся "новым" мирами, во-первых, делает бессмысленной идею Бога. Во-вторых, оно снимает вопрос о рождении из ничего пространства, времени, вещества и излучения, т.е. Природы.

В-третьих, оно решает проблему “гибели” Природы в той “дурной” (как сказал бы Гегель) бесконечности бытия-небытия, при котором материя фактически перестает существовать, время замирает, а пространство продолжает безудержно “распухать”. Тем самым бесконечность

приобретает смысл не смерти, но жизни, циклически воспроизводящей саму себя бесчисленное множество раз. В-четвертых, оно позволяет сформулировать “сверхсильный” антропный принцип, который утверждает, что человек – нечто большее, чем немощный наблюда-

тель или заурядный статист на сцене истории Вселенной. Наоборот, человек – возможно, единственный “правоспособный” субъект мира, его главный герой, и от осознания им своей высокой миссии зависит, ожидает Вселенную триумф или бесславный провал.

Информация

Как объяснить “следы жизни” на Марсе

История поисков жизни на Марсе напоминает качели. Как только оптимисты провозгласят, что они нашли следы жизни на Марсе, так сейчас же скептики находят другое, “естественное”, объяснение.

“Марсианский” метеорит ALH 84001 вызвал сенсацию (Земля и Вселенная, 1997, № 2).

Некоторые образования внутри него были истолкованы как остатки или следы деятельности микроорганизмов. Скептики тут же начали ставить опыты, пытаясь доказать, что такие же характеристики “пришельца” могут появиться вследствие “безжизненных” природных процессов.

Органика, найденная в метеорите, оказалась смесью углеводородов, встречающихся как на Земле, так и в углистых метеоритах. Слоистые карбонатные шарики могли появиться в результате последовательного действия марсианских грунтовых вод, насыщенных различными веществами.

Труднее было воспроизвести мельчайшие зерна магнети-

та на кромках карбонатных шариков. Они идентичны по составу и размерам тем, что производят некоторые земные бактерии. Пришлось четыре раза менять состав раствора и нагревать искусственный метеорит, имитируя нагрев, который он мог претерпеть при ударах, когда шарики уже сформировались. Так на их поверхности был получен минерал, сходный с метеоритным, а зерна его совпали по размеру (35–60 нм) с теми, что были в метеорите.

И все же вопрос о жизни на Марсе еще не закрыт. Дискуссия продолжается.

Science, 2000, 287, 5462, 2402

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ:

июль – август 2001 г.

Самым заметным событием, но, к сожалению, только на части территории России (Дальний Восток и юго-восток Сибири), станет частное лунное затмение 5 июля 2001 г. Луна закроется ровно на поло-

вину своего диаметра. Полностью все затмение можно будет видеть восточнее линии Иркутск – Анадырь. Юго-восточнее линии Мангышлак – Колыма Луна будет всходить уже частично затмившейся.

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ЛУННОГО ЗАТМЕНИЯ 5 ИЮЛЯ 2001г.

Таблица I

Вступление Луны в полутень	12 ^ч 10 ^м 52 ^с UT
Начало частного лунного затмения	13 35 10
Момент наибольшей фазы ($\Phi = 0.500$)	14 55 17
Конец частного затмения	16 15 19
Выход Луны из полутени	17 39 44
Созвездие	Орел

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ИЮЛЕ–АВГУСТЕ 2001 г.

Таблица II

Дата	Время UT	Событие
Июль 4	13.6 ^ч	Земля в афелии
Июль 5	0 ^ч 48.5 ^м	Луна в нисходящем узле
Июль 5	14 ^ч 55 ^м 17 ^с	Частное лунное затмение
Июль 5	15 ^ч 04 ^м	Полнолуние
Июль 8		Противостояние малой планеты Цереры
Июль 9	11 ^ч 22 ^м	Луна в апогее (405567 км)
Июль 9		Меркурий в наибольшей западной элонгации, 21°
Июль 11		Максимум блеска мириды R Гидры, 3.5 ^м
Июль 13	18 ^ч 45 ^м	Луна в последней четверти
Июль 15	5.0 ^ч	Венера на 1° южнее Сатурна
Июль 17	17.7 ^ч	Венера на 0.3° южнее Луны

Таблица II (окончание)

Июль 19	0.1°	Юпитер на 0.2° к северу от Луны
Июль 19		Марс: смена попятного движения на прямое
Июль 20	19° 44"	Новолуние
Июль 21	20° 44"	Луна в перигее (359027 км)
Июль 27	10° 08"	Луна в первой четверти
Июль 30		Нептун в противостоянии
Август 4	5° 56"	Полнолуние
Август 5	21° 04"	Луна в апогее (406269 км)
Август 5		Меркурий в верхнем соединении
Август 6	0.0°	Венера на 1° к югу от Юпитера
Август 12	14°	Максимум метеорного потока Персеид
Август 12	7° 53"	Луна в последней четверти
Август 14	2.8°	Сатурн на 0.2° к северу от Луны
Август 15	19.8°	Юпитер на 0.4° южнее Луны
Август 15		Уран в противостоянии
Август 19	2° 55"	Новолуние
Август 19	5° 40"	Луна в перигее (357157 км)
Август 25	19° 55"	Луна в первой четверти

Таблица III

СОЛНЦЕ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Восход	Заход	Восход	Заход
			$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 50^\circ)$		$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Июль 1	6 ^h 40 ^m 12.29 ^s	23°07'01.3"	3°55"	20°12"	3°18"	20°49"
11	7 21 17.72	22 07 26.4	4 03	20 07	3 29	20 41
21	8 01 40.56	20 29 56.0	4 15	19 57	3 44	20 27
31	8 41 07.38	18 18 04.6	4 28	19 44	4 02	20 09
Август 10	9 19 32.99	15 36 23.0	4 42	19 27	4 21	19 48
20	9 57 02.89	12 29 40.0	4 57	19 09	4 41	19 25

Пример: вычислить время восхода Солнца в Самаре ($\varphi = 53^\circ 13'$, $\lambda = 3^\circ 21''$) 14 августа 2001 г. Начнем с интерполяции на дату. На широте 50° восход Солнца 14 августа произойдет в $4^h 42^m + 0.4 \times (4^h 57^m - 4^h 42^m) = 4^h 48^m$. Аналогично найдем для широты 56° : время восхода – $4^h 29^m$. Теперь интерполируем по широте: $4^h 48^m + 0.54 \times (4^h 29^m - 4^h 48^m) \approx 4^h 38^m$ UT. Приведем к поясному времени: $4^h 38^m + 5^h - 3^h 21^m = 6^h 17^m$.

ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНЕТАХ, ВИДИМЫХ В ИЮЛЕ – АВГУСТЕ 2001 г.

Меркурий можно будет увидеть в середине июля перед восходом Солнца. Лучшие условия видимости в южных районах. За два месяца пройдет по четырем созвездиям: Телец, Близнецы, Рак и Лев.

Период продолжительной (до трех часов) утренней видимости **Венеры**. Она будет находиться в созвездии Тельца. 15 июля Венера и Сатурн будут в соединении, Альдебаран окажется в 3° южнее их.

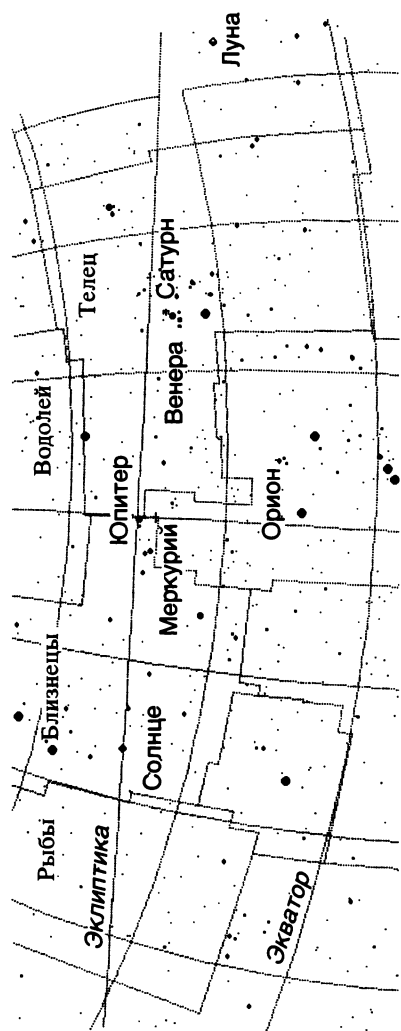
Марс можно видеть в первой половине

ночи низко над горизонтом. Опишет петлю в созвездии Змееносца.

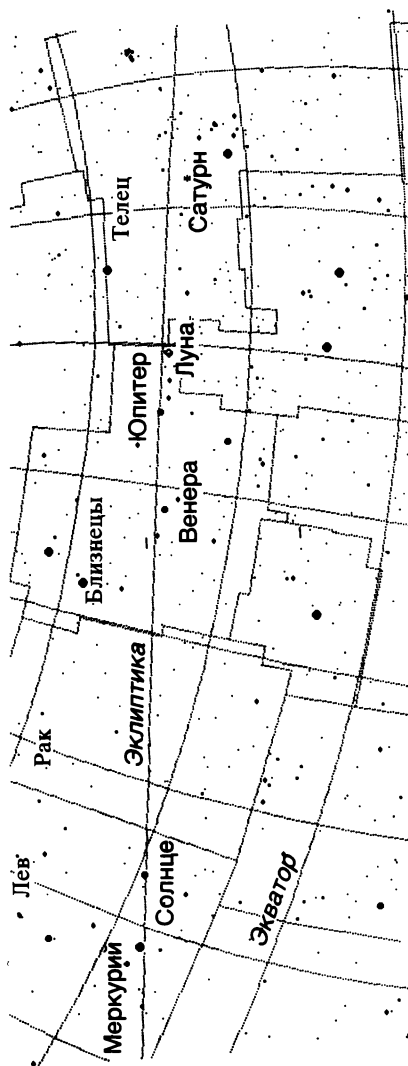
Юпитер – начало утренней видимости в середине июля. Перейдет из созвездия Тельца в Близнецы.

Сатурн – утренняя видимость начнется в июле, раньше, чем у Юпитера. Созвездие Тельца.

Уран и Нептун – в эти месяцы наилучшие условия видимости этих планет. Видны всю ночь, но низко над горизонтом, в созвездии Козерога.



Солнце, Луна и планеты Юпитер, Сатурн, Венера, Меркурий на эклиптике 15 июля 2001 г.



Солнце, Луна и планеты Юпитер, Сатурн, Меркурий, Венера на эклиптике 15 августа 2001 г.

Меркурий

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^\circ \quad \varphi = 56^\circ)$	
Июль 1	5 ^h 24 ^m 26.7 ^s	18°52'29''	9.9''	0.2 ^m	2 ^h 41 ^m	18 ^h 53 ^m
11	5 50 50.4	20 47 40	7.7	0.3	2 13	18 59
21	6 50 51.6	22 31 19	6.1	-0.3	2 19	19 36
31	8 14 53.3	21 09 39	5.2	-1.6	3 16	20 07
Август 10	9 39 07.8	15 53 40	5.0	-1.5	4 42	20 09
20	10 50 00.6	8 41 56	5.1	-0.7	6 02	19 51

Венера

Июль 1	3 ^h 33 ^m 08.5 ^s	16°19'23''	18.9''	-4.2 ^m	1 ^h 09 ^m	16 ^h 46 ^m
11	4 17 27.9	18 45 23	17.4	-4.1	0 56	17 09
21	5 04 04.6	20 36 13	16.1	-4.1	0 48	17 31
31	5 52 32.6	21 40 55	15.1	-4.0	0 48	17 49
Август 10	6 42 16.4	21 51 31	14.2	-4.0	0 57	18 00
20	7 32 32.1	21 03 39	13.4	-4.0	1 14	18 04

Марс

Июль 1	17 ^h 04 ^m 10.4 ^s	-26°50'53''	20.5''	-2.2 ^m	19 ^h 31 ^m	1 ^h 15 ^m
11	16 55 45.2	-26 51 08	19.7	-2.0	18 44	0 28
21	16 53 16.1	-26 50 11	18.5	-1.8	18 03	23 46
31	16 57 02.2	-26 51 59	17.2	-1.5	17 28	23 11
Август 10	17 06 28.9	-26 56 30	15.9	-1.3	16 59	22 41
20	17 20 45.0	-27 00 46	14.6	-1.1	16 35	22 15

Юпитер

Июль 1	5 ^h 48 ^m 14.8 ^s	23°07'04''	32.3''	-1.9 ^m	2 ^h 29 ^m	19 ^h 52 ^m
11	5 58 03.6	23 09 31	32.6	-1.9	1 59	19 23
21	6 07 38.9	23 09 40	32.8	-1.9	1 29	18 53
31	6 16 54.7	23 07 43	33.3	-2.0	0 59	18 23
Август 10	6 25 45.1	23 03 57	33.8	-2.0	0 29	17 52
20	6 34 04.5	22 58 46	34.4	-2.0	23 59	17 20

Сатурн

Июль 1	4 ^h 30 ^m 03.5 ^s	20°07'30''	16.7''	0.1 ^m	1 ^h 37 ^m	18 ^h 08 ^m
11	4 34 53.3	20 17 21	16.9	0.2	1 01	17 35
21	4 39 22.5	20 25 48	17.1	0.2	0 25	17 01
31	4 43 29.3	20 32 50	17.3	0.2	23 48	16 27
Август 10	4 47 06.2	20 38 27	17.6	0.1	23 12	15 52
20	4 50 09.9	20 42 41	17.8	0.1	22 35	15 16

Таблица IV (окончание)

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^\circ \quad \varphi = 56^\circ)$	

Уран

Июль 1	21 ^h 47 ^m 56.9 ^s	-14°04'50''	3.7''	5.7 ^m	22 ^h 35 ^m	7 ^h 47 ^m
11	21 46 54.0	-14 10 32	3.7	5.7	21 55	7 06
21	21 45 38.6	-14 17 12	3.7	5.7	21 15	6 25
31	21 44 13.7	-14 24 35	3.7	5.7	20 35	5 43
Август 10	21 42 42.9	-14 32 23	3.7	5.7	19 55	5 02
20	21 41 09.6	-14 40 15	3.7	5.7	19 11	4 16

Нептун

Июль 1	20 ^h 42 ^m 04.2 ^s	-18°05'23''	2.3''	7.9 ^m	21 ^h 57 ^m	6 ^h 14 ^m
11	20 41 05.6	-18 09 12	2.3	7.8	21 17	5 33
21	20 40 02.1	-18 13 18	2.4	7.8	20 37	4 52
31	20 38 56.2	-18 17 33	2.4	7.8	19 57	4 11
Август 10	20 37 50.3	-18 21 47	2.4	7.8	19 14	3 26
20	20 36 47.0	-18 25 49	2.3	7.8	18 34	2 45

Примечание: В таблицах III, IV прямое восхождение и склонение даются на 0^h UT, время восхода и захода светил указано в UT.

Таблица V

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Название потока	Созвездие	Радант		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		α	δ			
α -Каприкорниды	Козерог	20 ^h 28 ^m	-10°	25	4	03.07-15.08
δ -Аквариды (южн.)	Водолей	22 36	-16	41	20	12.07-19.08
δ -Аквариды	Водолей	22 20	-5	42	4	15.07-25.08
Персеиды	Персей	3 05	56	66	140	17.07-24.08
α -Ауригиды	Возничий	5 36	42	66	10	25.08-05.09

В.А. ЮРЕВИЧ

ПОПРАВКА

В № 1, 2001 г. на стр. 102 формулу Эйлера следует читать: $e^{i\pi} = -1$.

Свечение верхней атмосферы Земли

А.И. СЕМЕНОВ,
доктор физико-математических наук
Н.Н. ШЕФОВ,
доктор физико-математических наук
Институт физики атмосферы
им. А.М. Обухова РАН

Излучение верхних слоев воздушной оболочки Земли – важный источник информации о состоянии ее атмосферы. О том, как оно возникает, чем измеряется, о его научном значении и практическом использовании рассказывают авторы, занимающиеся исследованием атмосферы на Звенигородской станции Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН.

СВЕТ ОТ НОЧНОГО НЕБА

Что может быть прекрасней голубого небесного купола? Синеву дневного неба объяснил еще в прошлом веке знаменитый английский ученый Р.Дж. Рэлей. Он показал, что интенсивность рассеянного в атмосфере света обратно пропорцио-

нальна четвертой степени длины волны. Таким образом, интенсивность рассеяния сине-фиолетовой части спектра, видимого человеческим глазом, почти на порядок больше, чем красной. В сумерки (угол погружения Солнца под горизонт – от 6 до 18°) тень Земли быстро перемещается вверх, оставляя над собой все меньше освещенной атмосферы, интенсивность рассеянного света заметно падает, и яркость неба быстро уменьшается. С увеличением угла погружения Солнца граница освещенности поднимается, наступает ночь. В ясную безлунную ночь открывается бездонная чернота неба, усеянного мириадами звезд, и нас охватывает чувство беспомощности от этой безграничности пространства и времени.

Вдали от посторонних земных источников излучение звезд на протяжении многих веков представлялось единственным источником света. И только в начале XX в. американский ученый С. Ньюкомб попытался оценить количество света, приходящего от звезд в видимой области спектра, и сравнить его с действительной освещенностью на поверхности Земли. Он получил поразительный результат: освещенность почти в два раза выше той, которая создается звездами. Позже астрономы, использовавшие более совершенные инструменты, получили подтверждение этого результата. Средняя поверхностная яркость звездного неба оказалась в 2×10^{13} (двадцать триллионов) раз меньше яркости

Солнца. Стало ясно, что только звездного света для обеспечения наблюдаемой освещенности на поверхности Земли недостаточно. Но тогда возникает вопрос о каком-то дополнительном источнике света.

Все наши рассуждения пока относились к средним широтам. В высоких же широтах, в частности вблизи побережья Северного Ледовитого океана, люди издавна кроме звезд на небе регулярно видели сполохи полярных сияний. Понимание того, что явление происходит в атмосфере Земли, пришло не сразу. Только в XVIII в. наблюдения из двух удаленных друг от друга мест на поверхности Земли показали, что характерные формы сияний возникают в земной атмосфере на высотах около 100 км.

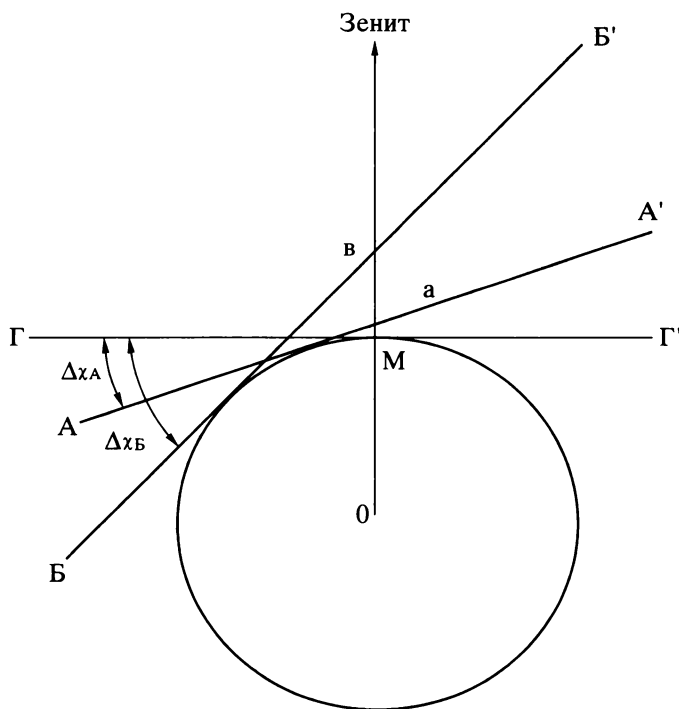
Первые интуитивные предположения о природе возникновения сияний высказал еще в первой половине XVIII в. М.В. Ломоносов. И лишь в конце XIX в. – начале XX в. спектральные приборы, которыми определили состав излучения, позволили обнаружить в полярных сияниях характерное зеленое излучение (которое после длительных исследований было признано принадлежащим атомарному кислороду).

К удивлению астрономов, это же излучение было обнаружено и в средних широтах, где сияния бывают редко. Причем яркость зеленого излучения увеличивалась от зенита к горизонту. В 1919 г. голландский исследователь П. ван Райн предложил способ определения высот излучающих слоев

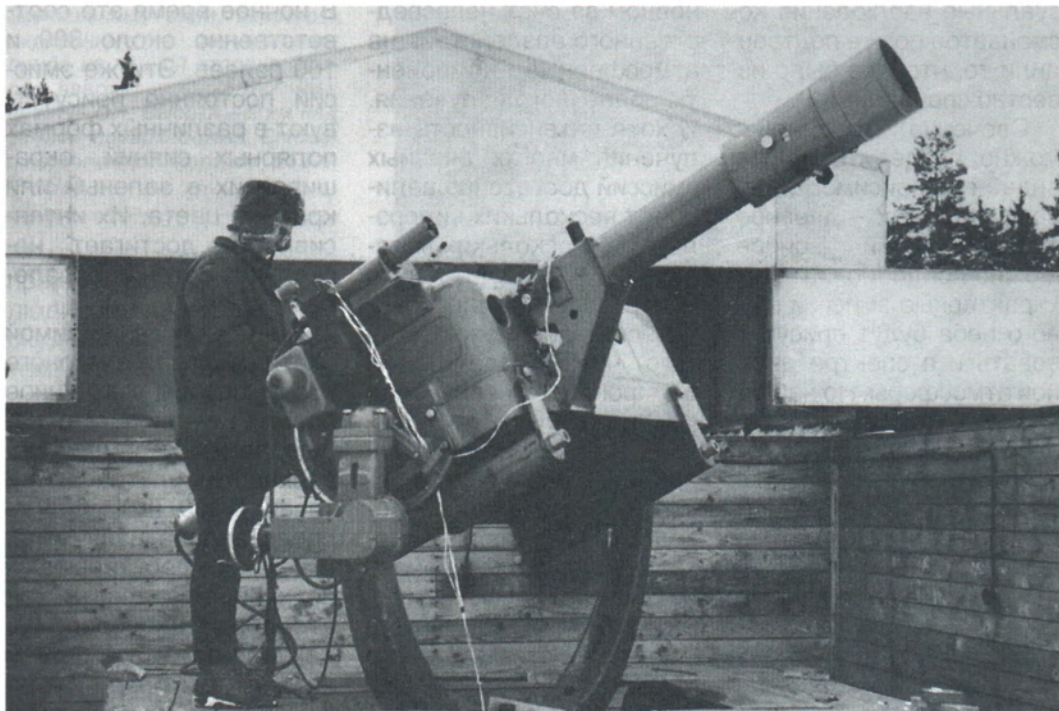
ночного неба, основанный на зависимости интенсивности свечения от зенитного угла. Но из-за поглощения света в атмосфере этот метод давал большой разброс в значениях определяемых высот наблюдаемых свечений. Все же П. ван Райн показал, что источник излучения – сама атмосфера на высотах более 60 км.

КАК ИЗМЕРЯЕТСЯ ЯРКОСТЬ СВЕЧЕНИЯ

Целесообразно более подробно рассказать о величинах, характеризующих интенсивность излучения неба. Обычная яркость ночного безлунного неба создает в видимой области спектра такую освещенность на поверхности Земли, которая может быть получена от стearиновой свечи на расстоянии 100 м. Поверхностную яркость ночного неба измеряют в фотометрических единицах – рэлях, названных в честь английского ученого Р.Дж. Рэлея. Он первым определил абсолютную величину интенсивности зеленого излучения атомарного кислорода. Один рэлей равен миллиону фотонов, излучаемых в секунду столбом атмосферы с ос-



Так освещается Солнцем атмосфера Земли в сумерках. ГГ' – линия горизонта, М – точка нахождения наблюдателя на земной поверхности, АА', ВВ' – границы потоков солнечных лучей для различных углов погружения Солнца под горизонт ($\Delta\chi$), Ма, Mb – части атмосферы, расположенные в тени, для углов, соответственно, $\Delta\chi_A$ и $\Delta\chi_B$.



Наблюдение собственного свечения верхней атмосферы в инфракрасном диапазоне спектра производится на Звенигородской научной станции Института физики атмосферы РАН с помощью дифракционного спектрометра ДФС-14.

нованием площадью 1 см^2 . Интенсивность атмосферного излучения в видимой области спектра в ночное время составляет около 3000 рэлеев.

Новое физическое явление в атмосфере Земли в широких научных кругах вызвало большой интерес и породило множество вопросов. Какие процессы вызывают свечение атмосферы? Происходит ли оно во всей ее толще или возникает на определенных высотах? Каков спектральный диапазон свечения атмосферы? Эти вопросы обусловлены не

только простым интересом к данному явлению, но и теми последствиями и влияниями, которые оно могло оказать на астрономические наблюдения. Это, естественно, послужило мощным стимулом для расширения экспериментальных и теоретических исследований собственного излучения верхней атмосферы.

Заметный прогресс в понимании обнаруженного явления произошел в самом конце 40-х – начале 50-х гг. XX в., когда было зарегистрировано инфракрасное излучение верхней атмосферы и создана фотохимическая теория его возникновения. Начались активные исследования собственного излучения верхней атмосферы. Особенно энергично и целенаправленно они проходили в 1957–59 гг. во вре-

мя Международного геофизического года (МГГ) (Земля и Вселенная, 1999, № 5). В течение длительного времени международная сеть станций давала сведения о вариациях интенсивностей атмосферных эмиссий и их пространственном распределении. Благодаря использованию разнообразной оптической аппаратуры с высоким спектральным разрешением были выявлены многочисленные новые эмиссии в различных областях спектра, принадлежащих атомам и молекулам верхней атмосферы.

К началу 70-х гг. на основе многолетних, в основном наземных, исследований сформировалось устойчивое представление о спектральном составе собственного свечения верхней атмосферы и его высотной структуре. Ви-

зуальные наблюдения космонавтов позже подтвердили то, что уже было известно специалистам.

Свечение формально можно разделить на три вида в зависимости от времени суток – дневное, сумеречное и ночное. Можно предположить, что характерные эмиссии ночного неба будут присутствовать и в спектре дневной атмосферы. Но наблюдения эмиссий дневного неба с Земли крайне затруднены из-за влияния рассеянного солнечного излучения в нижней атмосфере. Сумеречное излучение, по сути, то же дневное, но наблюдаемое при углах погружения Солнца за линию горизонта Земли от 6 до 18°, т.е. как бы с ночной стороны Земли. Экспериментаторам это позволяло не только избавиться от помех, создаваемых солнечным излучением, но и фиксировать высоту излучения по тени Земли.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Спектральный диапазон ночного излучения простирается от жесткого ультрафиолета (длина волны $\lambda = 0.02$ мкм) до далекой инфракрасной области (63 мкм). Отдельные спектральные линии атомов и полос многочисленных атмосферных молекул состоят, в свою очередь, из огромного числа (до нескольких сотен) линий в интервале 10–20 нм, иногда 50–100 нм.

Дневное свечение атмосферы образуется в ос-

новном за счет непосредственного воздействия на атмосферные компоненты солнечного излучения. И хотя интенсивность излучения многих дневных эмиссий достаточно велика (от нескольких килорэлеев до нескольких мегарэлеев), наблюдать их с поверхности Земли практически невозможно. Для того чтобы отделить их от фонового излучения (160 мегарэлеев/нм), образованного рассеянным солнечным светом, и от франгоферовых линий, необходимы специальные методы и приборы с очень высокой разрешающей способностью. Лишь в последние десятилетия с помощью аппаратуры, установленной на ракетах и спутниках, были получены и исследованы спектры дневного излучения различных компонентов атмосферы.

Преобладающим механизмом возбуждения атомов и молекул атмосферы при ночном излучении становятся химические реакции, преобразующие энергию солнечного излучения, поглощенного в верхних слоях атмосферы в дневное время. В сумеречном свечении принимают участие практически все механизмы возбуждения компонентов атмосферы. Их действие и влияние меняются в зависимости от степени освещения Солнцем атмосферы в ультрафиолетовой области.

Наиболее велика яркость в видимой части спектра (линии атомарного кислорода на длинах волн 557.7 нм и 630.0 нм).

В ночное время это соответственно около 300 и 100 рэлеев. Эти же эмиссии постоянно присутствуют в различных формах полярных сияний, окрашивая их в зеленый или красный цвета. Их интенсивность достигает нескольких сотен килорэлеев и более.

Излучение в видимой части спектра атомарного азота, особенно в ночное время, невелико. Не наблюдаемая с земной поверхности ультрафиолетовая (<300 нм) область представлена излучениями таких составляющих верхней атмосферы, как атомарный кислород, молекулярный и атомарный азот, атомы гелия, а также их ионы. УФ-излучение ночью практически отсутствует.

Наибольшая часть излучаемой энергии в собственном свечении заключена в ее инфракрасном диапазоне, в котором доминирует излучение молекул гидроксила и кислорода. Эмиссии гидроксила занимают спектральный диапазон (0.35–5.0 мкм) и относятся к одним из самых интенсивных в излучении как дневного, так и ночного неба. Действительно, если бы все излучение гидроксила сосредоточить в видимой области спектра, то яркость неба соответствовала бы полярному сиянию в 3–4 балла (около 300 килорэлеев), т.е. была бы равна яркости сумеречного неба в зените в средних широтах спустя ~50 мин после захода Солнца. При таком освещении звезды

Эмиссионные слои, зарегистрированные в направлении лимба на ночной стороне Земли: вверху — О (557.7 нм), внизу — ОН. Высота — 9 км над земной поверхностью. Снимки с космического корабля STS-9. (NASA).

практически не видны, и люди имели бы весьма скудные представления о том, что находится за пределами планеты.

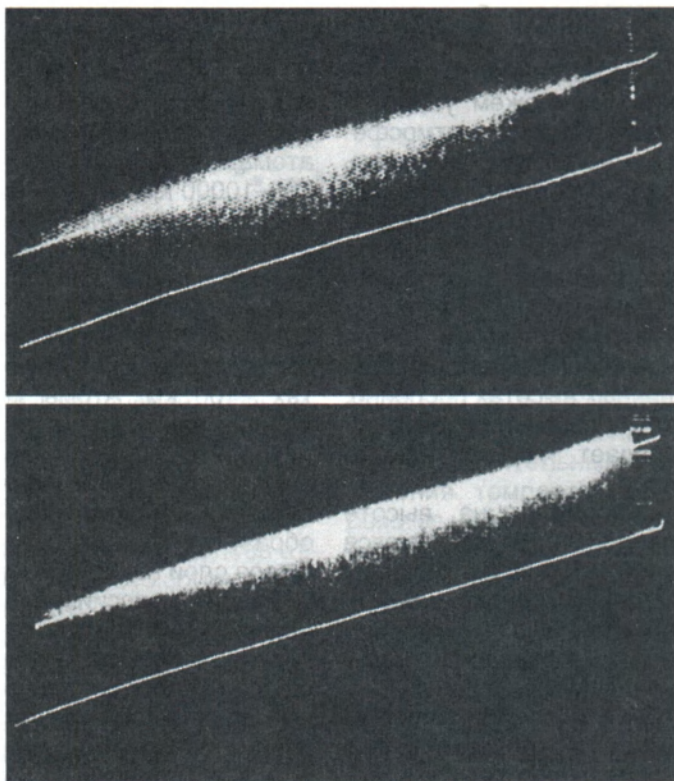
ИСТОЧНИКИ СВЕЧЕНИЯ

Атмосфера Земли выше 80 км — весьма разреженная газовая среда. Ее плотность быстро уменьшается с высотой и около 100 км примерно в 2 млн раз меньше, чем у поверхности Земли. На 300 км, где в атмосфере наибольшая концентрация элект-ронов, плотность нейтральных частиц составляет уже несколько стомиллиардных долей плотности приземной атмосферы. Основной состав атмосферы примерно до 100 км практически не изменяется. Выше процессы диффузии в поле тяготения начинают преобладать над процессами перемешивания, и легких компонентов (атомов) становится больше, чем молекул. В результате постепенно уменьшается частота соударений атомов и молекул с окружающими нейтральными частицами. На высоте около 100 км ~1000 соударений в секунду, а на высоте около 300 км — одно за несколько десятков секунд. Это создает благоприятные условия для сущест-

вования химически активных атомов и молекул. Под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца они, например кислород и азот, теряют электроны, т.е. ионизируются и становятся положительными ионами. Кроме того, молекулы диссоциируют на составные атомы. Эти активные компоненты атмосферы энергично вступают во взаимодействие. В результате многочисленных фотохимических реакций возникают новые атомы и молекулы. Во всех процессах первоначально поглощенная энергия Солнца частично передается самим атомам и молекулам, увеличивая скорость их движения, а следовательно и температуру. В верхней атмо-

сфере она меняется от 200 К на высотах ~80 км до 1000–1500 К выше 250 км.

И вот здесь выявляется самая интересная сторона происходящих в атмосфере фотохимических реакций. По закону сохранения энергии при образовании новых атомов и молекул очень часто остается избыток энергии, который расходуется на увеличение внутренней энергии атома или молекулы, иначе говоря, на обеспечение возбужденного состояния такой частицы. При благоприятных условиях атомы и молекулы могут сбрасывать энергию такого возбуждения в виде излучения. Так обеспечивается один из способов оттока энергии, необходимой для поддержа-



ния теплового баланса атмосферы.

Регистрируя это излучение, мы можем узнать о происходящих в атмосфере явлениях, находясь вдали от места событий. Так как плотность атмосферы быстро убывает с увеличением высоты над поверхностью Земли, а ультрафиолетовое излучение поглощается на различных высотах послойно, то большинство эмиссий создает горизонтальные слои.

Например, на высоте около 90 км образуется слой (~10 км) излучающих молекул гидроксила. Они обеспечивают интенсивное инфракрасное излучение. Молекулярный кислород образует излучающий слой толщиной около 15 км на высоте 95 км, атомарный кислород, излучающий зеленую линию, — слой около 10 км вблизи высоты 100 км, а красную — 70-км слой вблизи 300 км. Слои на высоте около 100 км при наблюдениях хорошо видны у горизонта с борта космического корабля — узкие светящиеся полосы, иногда с отчетливой высотной структурой.

Слой красного свечения атомарного кислорода вблизи 300 км бывает виден из космоса гораздо реже, главным образом из-за меньшей чувствительности человеческого глаза в красной области спектра. Поэтому его можно визуально наблюдать только в условиях повышенной солнечной геомагнитной активности. Молекулярный азот

излучает в дневное время в слое толщиной около 50 км на высоте 150 км. Атом гелия излучает на высотах 300–1000 км, а атомарный водород — 100–10000 км.

Излучение молекул, состоящих из нескольких атомов, такие как двуокись углерода CO_2 , озон O_3 , вода H_2O , метан CH_4 , сосредоточено на высотах ≈ 100 км. Атомы металлов, например натрия, лития, кальция, остающиеся в атмосфере после сгорания микрометеоров, образуют тонкие светящиеся слои на 95–105 км.

Все эти эмиссии и излучающие компоненты отображают свойства атмосферы на соответствующих высотах и являются, таким образом, индикатором ее состояния.

ОВАЛЫ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ

В области высоких широт как северного, так и южного полушария формируются кольцеобразные зоны интенсивного свечения атмосферы — овалы полярных сияний. Первоначально они выявлены по наземным наблюдениям еще в период МГГ. Спутники на расстоянии в несколько радиусов Земли позволяют видеть картину свечения целиком и следить за ее изменениями. Из магнитосферы Земли вдоль магнитных силовых линий, замыкающихся на ее магнитных полюсах, вторгаются потоки ускоренных протонов и электронов. Они производят дополнительную иониза-

цию атмосферы (Земля и Вселенная, 1997, № 6).

Цвет сияний определяется условиями возбуждения. Фиолетовый вызывают ионизованные молекулы азота, зеленый и красный — атомы кислорода, темнокрасный — молекулярный азот.

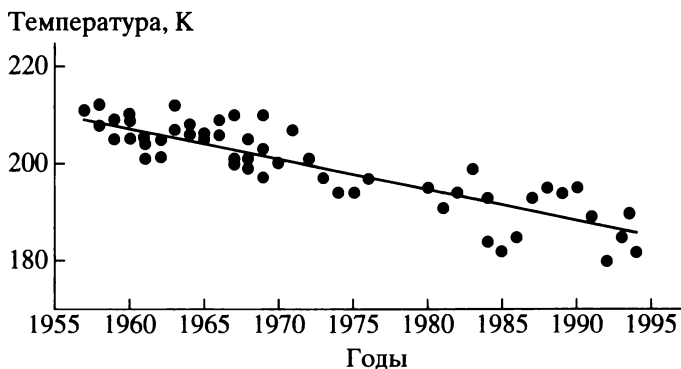
Морфология сияний, т.е. пространственные особенности свечения — лучи, пятна, дуги, драпри, быстро движущиеся образования, — следствие сложных магнитогидродинамических процессов, связанных с вторжением заряженных частиц и сопровождающихся токовыми системами в ионизованной части атмосферы.

Частота появления сияний и их яркость, в особенности красных сияний, зависят от уровня солнечной активности. В годы максимумов 11-летних циклов активности Солнца частота появления сияний и интенсивность свечения резко увеличиваются. Наиболее известное по своей интенсивности красное сияние наблюдалось 11 февраля 1958 г. — во время максимума 19-го цикла.

ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕЧЕНИЯ

Собственное излучение атмосферы — чрезвычайно информативный способ зондирования состояния той среды, в которой оно возникает. Из характеристик атмосферы для оптических спектральных измерений доступна температура — мера энергетического состояния атмосферы. Присущее атмосфере излуче-

Многолетние изменения температуры на высоте около 90 км, выявленные по данным наблюдений гидроксильного излучения в средних широтах на станциях Звенигород и Абастумани (Грузия).



ние – это как бы чувствительный дистанционный термометр на различных высотных уровнях.

Характеристики эмиссий позволяют успешно определять параметры ветра на различных высотных уровнях, скорость которого на высоте 100 км составляет десятки метров в секунду, а на ~300 км – 500 м/с. Одним из таких методов является измерение доплеровского смещения длины волны излучения в нескольких азимутальных направлениях. Поэтому собственное излучение – своего рода анеморумбометр (так называют прибор, измеряющий направление и скорость ветра) циркуляций в верхних слоях земной атмосферы. Кроме того, поскольку вариации активности фотохимических процессов отображаются в поведении интенсивности эмиссий для различных гелиогеофизических условий, собственное излучение – это и прекрасный индикатор баланса энергии.

В последние десятилетия пристальное внимание ученых занимает проблема изменения климата Земли. По сведениям Всемирной метеорологической организации, температура воздуха, чувствительная мера климатиче-

ских изменений, повысилась в приземном слое за последние 100 лет на ~0.6 К. Важное значение приобретает изучение состояния верхних слоев атмосферы. Это обусловлено отчасти реальной возможностью катастрофических последствий антропогенного изменения химического состава атмосферы, примером является истощение озонового слоя. Согласно теоретическим исследованиям, глобальные изменения термического и динамического режимов вследствие увеличения парниковых газов сильнее, чем в приземном слое, проявляются в верхних слоях атмосферы. И вот здесь роль атмосферных эмиссий оказалась необычайно значимой. Сведения почти за 50 лет о параметрах, характеризующих температуру и состав среды, в которой возникают излучения, получены на Звенигородской научной станции Института физики атмосферы РАН и Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузии. Они позволили выявить тенденции многолетних изменений температуры и плотности ат-

мосферы на высотах выше 80 км. Были обнаружены значительные изменения температурного режима на высотах ~90 км (–0.7 К/год) и ~300 км (–2.5 К/год), которые привели к заметному оседанию верхних слоев атмосферы. Плотность атмосферы на этих высотах уменьшилась. Это должно существенно изменить сложившиеся модельные представления о верхней атмосфере Земли.

Характеристики эмиссий могут помочь выявлению волновых процессов в верхней атмосфере. А это важно, ведь атмосферные колебательные процессы в поле силы тяготения часто возникают в подвижных метеорологических образованиях, а также при обтекании горных массивов воздушными потоками – внутренними гравитационными волнами. Поднимаясь, они переносят энергию из нижних слоев атмосферы в верхние, где на высоте около 100 км начинают разрушаться. Энергия, отдаваемая ими окружающей среде, сопоставима с величиной на этих высотах ультрафиолетового излучения Солнца.

Кроме того, оптические спектральные измерения контролируют состояние околоземного космического пространства. Ведь запуски ракетно-космической техники неизбежно сопровождаются выносом в атмосферу остатков ракетного топлива, его продуктов, в т.ч. за счет сгорания элементов конструкций космических аппаратов. В ре-

зультате в верхней атмосфере появляются как инородные химические элементы, так и аномально малые количества естественных природных веществ. Спектральный анализ легко обнаруживает примеси по характерным для них эмиссиям. Чувствительность этого метода настолько высока, что позволяет определить содержа-

ние постороннего вещества, концентрация которого не превышает нескольких атомов или молекул в кубическом сантиметре. Это соответствует равномерному распылению приблизительно одного грамма вещества на 100 км². Поэтому излучение атмосферы может служить индикатором ее экологического состояния.

Информация

ОБТ взвесил невидимую материю?

Когда свет далекой галактики проходит вблизи большой концентрации материи в пространстве, его траектория искривляется (гравитационное линзирование), а изображение галактики искажается. При сильном гравитационном линзировании иногда появляются весьма зрелищные арки (Земля и Вселенная, 1999, № 3). Менее

массивные объекты способны лишь немного вытянуть изображения галактик, ориентируя их в одном направлении. Этот эффект обнаружить нелегко.

Международный коллектив астрономов с помощью 8.2-м телескопа "Анту" и камеры ФОРС-1 Европейской Южной Обсерватории провел исследование формы и ориентации более чем 70000 галактик на 50 участках неба. Тщательный статистический анализ показал, что галактики ориентированы не случайным образом, у них выявлена определенная степень вытянутости на отдельные участки неба.

Такая "когерентная" ориентация может быть объяснена только присутствием концентраций темной материи в направ-

лении вытянутости изображений галактик. Предположив, что распределение галактик и сгустков темной материи в пространстве в общем сходно, можно оценить массу невидимой материи, а затем и общую плотность материи во Вселенной. Оказалось, что она составляет меньше половины от той величины, которая могла бы остановить текущую космическую экспансию. Проведенное исследование подтвердило также, что космологическая константа (Λ -член) не равна нулю. Все это находится в согласии с последними данными космологических исследований.

*ESO Press Release 24/00
1 December 2000*

На границе веков

(декабрь 2000 г. – январь 2001 г.)

Подземная стихия не утихала до последних дней ушедшего 2000 г., ее буйство продолжалось и в начале 2001-го.

За период с конца ноября 2000 г. по 31 января 2001 г. отдел срочного оповещения о сильных и ощутимых землетрясениях Геофизической службы РАН обработал информацию о более чем 300 землетрясениях, отмеченных на огромном пространстве – от Центральной Америки до Западной Индии.

Сильное землетрясение ($M = 6.2$) произошло 25 ноября 2000 г. в Азербайджане, в Каспийском море близ Апшеронского полуострова. Оно ощущалось на берегах Каспийского побережья, с наибольшей силой – в городах Баку и Сумгаите (6 баллов); с меньшей – в ряде населенных пунктов Дагестана и Туркменистана (в г. Бекдаш – 4–5 баллов). По данным ИТАР ТАСС, в Баку серьезно пострадали от подземных толчков 73 строения, среди них – 42 жилых дома, 20 учебных

заведений, 6 больниц. На новое место жительства переселены 748 семей. Пострадали памятники архитектуры: здание кирхи XIX в., где сейчас размещается зал камерной и органной музыки; средневековый дворец Ширваншахов; музеи искусств, литературы; соборная мечеть Тазапир, одно из красивейших зданий на набережной. Среди них – дом Гаджинского, построенный в начале века во времена первого нефтяного бума в Баку. В результате землетрясения в Азербайджане погиб 31 человек, 44 – получили тяжелые травмы.

Меньше чем через две недели, 6 декабря 2000 г., сильное землетрясение с $M = 7.4$ произошло в западном Туркменистане.

Эпицентр землетрясения находился в 35 км северо-восточнее г. Небит-Дага, в районе горного хребта Большой Балхан, а ощущалось оно во многих городах Туркменистана, Азербайджана, Средней Азии, а также на террито-

рии России – в Дагестане, в городах Ставрополя и Поволжья (в Самаре, Саратове, Астрахани). Отголоски его докатились до Москвы и Санкт-Петербурга, где на верхних этажах высотных зданий качались люстры, сдвигались картины, звенела посуда.

Для Туркмении в течение всего последнего столетия характерен высокий уровень сейсмической активности, связанной с Предкопетдагским глубинным разломом. Здесь в 1895 г. произошло разрушительное Красноводское землетрясение с $M = 7.9$ и интенсивностью в эпицентре 9 баллов. Оно ощущалось на громадной территории – от северного Ирана до Среднего Поволжья и Южного Урала. В 1946 г. сильное землетрясение возникло в районе г. Казанджика (Западный Копетдаг) с $M = 7.0$ и интенсивностью в эпицентре 8–9 баллов. В октябре 1948 г. известная Ашхабадская катастрофа полностью уничтожила сто-



лицу Туркменистана. Отмечались и другие значительные подземные толчки в этом районе: 14 марта 1983 г. в пос. Кумдаг (магнитуда $M = 5.7$) и 22 февраля 1984 г. в пос. Бурун ($M = 5.6$ и интенсивность в эпицентре – 8 баллов).

Можно полагать, что Каспийское (25 ноября) и Западно-Туркменское (6 декабря) землетрясения вызваны одной причиной, а именно активными тектоническими движениями на границе двух крупнейших структур земной коры – Туранской плиты и Копетдагско-Кавказской складчатой подвижной области. Зона первого из названных землетрясений тяготеет к Апшероно-Челекенскому глубинному разлому, а второго – к его восточному (Челекен-Кумдагскому) продолжению.

Первое разрушительное землетрясение XXI столетия ($M = 8.0$) произошло 13 января в Центральной Америке, в Сальвадоре. Эпицентр – близ побережья океана, примерно в 70 км к юго-западу от города Сан-Мигель. Землетрясением разрушены здания, блокированы дороги, нарушены системы связи. В частности, уничтожено и повреждено более 160 тыс. жилищ, 137 школ, 34 госпиталей. По данным ИТАР ТАСС, погибло 726 человек, 4400 ранено, общее число пострадавших (из 7 млн. жителей страны) составило более 400 тыс. человек. Имеются жертвы в соседней Гватемале. Материальный ущерб от стихийного бедствия приблизился к 1.5 млрд. долларов. Правительства Мексики, США, Канады, Англии,

Один из городов штата Гуджарат в Индии после землетрясения 26 января 2001 г. Пять городов и сотни деревень смело с лица земли одно из сильнейших за всю историю человечества землетрясение. (PARAS SHAN(AP))

Германии и Организация Объединенных Наций приняли активное участие в оказании гуманитарной помощи населению Сальвадора.

Крупнейшим катаклизмом нового века стало трагическое землетрясение в Индии 26 января 2001 г. с $M = 8.0$ (Земля и Вселенная, 2001, № 2). Сотрясения земной поверхности волной прокатились по всей Индии и захватили соседние Пакистан и Непал. Эпицентр находился в штате Гуджарат, на западе Индии вблизи параллели Север-

ного тропика. По сообщениям ИТАР ТАСС, наиболее пострадали города Бхудж, Ахмадебад и Бхачаи. Толчки ощущались во многих городах Индии, включая Бомбей и Дели, а также в городах Пакистана (Карачи, Пешевар) и Непала. В финансовом центре Индии – Бомбее – на стенах многих зданий появились трещины, а с потолков сыпалась штукатурка. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками, сильнейший из которых (магнитуда $M = 5.8$) произошел 28 января

2001 г. По официальным данным, число жертв составило 15 тыс. погибших (хотя первоначально назывались значительно большие цифры). Опасаясь приближаться к полуразрушенным домам, люди ночевали под открытым небом у костров. Десятки тысяч беженцев направились в соседние штаты. Толчки повторились и в феврале...

Район землетрясения 26 января 2001 г. относится к одной из наиболее сейсмичных в Индии зоне неотектонической впадины Кач платформенной

области. Оно произошло под действием напряжений сжатия, ориентированных субмеридионально. В этом районе сильные землетрясения наблюдались в 1819 г. ($M = 8.0$) и в 1956 г. ($M = 7.0$). За последние годы значительного проявления сейсмичности не отмечалось.

О.Е. СТАРОВОЙТ,
кандидат физико-математических наук
Л.С. ЧЕПКУНАС,
кандидат физико-математических наук,
И.П. ГАБСАТАРОВА
Геофизическая служба РАН
(г. Обнинск)

Информация

Вселенная была горячее

На Европейской Южной Обсерватории в Чили измерена температура реликтового излучения в эпоху, когда Вселенной было 2.5 млрд. лет. Наблюдения провели с помощью спектрографа УВЭС (UVES – Ultraviolet-Visual Echelle Spectrograph), установленного на втором 8.2-м зеркале (“Кьюен”) Очень Большого Телескопа (ОБТ).

Был получен спектр далекого квазара PKS 1232 + 0815 ($z = 2.57$; блеск 18.4^m), в котором присутствовали очень четкие линии поглощения, возникшие при прохождении света квазара сквозь газовое облако в галактике с красным смещением $z = 2.34$. Расстояние до нее соответствует времени, когда Вселенная имела одну пятую нынешнего возраста.

Реликтовое излучение способно переводить атомы межзвездной среды в возбужденное состояние. В зависимости от температуры возбуждаются определенные атомные уровни, что потом отражается на линиях поглощения. Трудность в том, что многие другие причины могут стать источниками возбуждения атомов.

Четкие профили линий молекулярного водорода позволили установить физические условия в облаке и дали возможность рассчитать их влияние на форму линий углерода, особо чувствительных к уровню реликтового излучения. Выяснилось, что в облаке присутствует дополнительный источник возбуждения, а им мог быть только нагрев облака реликтовым излучением. Оказалось, что температура излучения заключена в пределах от 6 К до 14 К. Теория предсказывала 9 К.

Это первое прямое подтверждение тому, что реликтовое излучение существовало уже в далеком прошлом.

ESO Press Release 27/00
20 December 2000

XXV том “Историко-астрономических исследований”

Трудности финансирования, как отмечается в предисловии редакционной коллегии, привели к тому, что этот выпуск “Историко-астрономических исследований” задержался на несколько лет. А ведь он не просто очередной, но и юбилейный. Впрочем, такое злокачественное состояние нашей науки стало обычным и распространяться на эту тему обидно.

Во время подготовки XXV тома произошло важное событие: празднование 850-й годовщины первого летописного упоминания о Москве, по традиции считающегося датой основания Москвы. Институт истории естествознания и техники РАН и ГАИШ МГУ организовали конференцию на тему “Астрономия в ис-

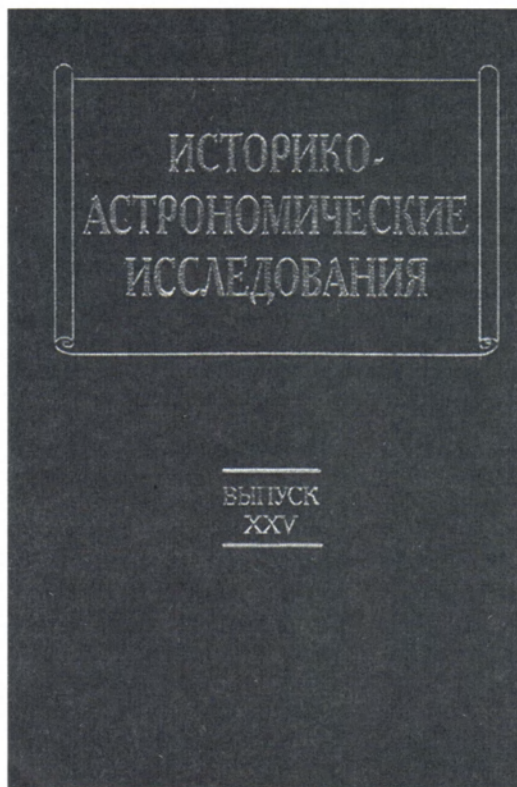
тории Москвы и Московского региона”, которая состоялась 19 ноября 1997 г. Материалы конференции составили вторую половину выпуска ИАИ. Поэтому первая половина не смогла вместить ряд традиционных рубрик (“Имя из энциклопедии”, “Педагогу на заметку”, “Приглашение к дискуссии”).

С первого выпуска (1955 г.) в ежегоднике публиковались не только статьи, посвященные историко-астрономическим темам, но и проблемные научные работы. Поэтому ИАИ вот уже много лет не только реконструирует жизнь и деятельность астрономов и астрономических учреждений, не только анализирует пути развития различных разделов астрономии, но освещает, а подчас и ставит серьезные проблемы в рамках современной астрономии и смежных с ней наук. Разумеется, важно сохранить высокое качество изданий ИАИ. Удалось ли это сделать в рецензируемом выпуске?

В первой статье (авторы А.А. Корсунь и Я.С. Яцкив) описывается история основания Главной астрономической обсерватории АН Украины, отметившей 50-летний юбилей в 1994 г. Авторы подробно и увлекательно рассказывают о выборе места, создании проекта, его утверждении и огромной роли А.Я. Орлова, первого директора обсерватории.

Истории Тифлисской обсерватории посвящена статья, в которой много внимания уделено ее основателю – астроному А. Морицу.

В апреле 1917 г. в Петрограде проходил первый съезд Всероссийского астрономического союза. Съезд определил основные научные направления отечественной астрономии. О нем – статья сборника, написанная безвременно покинувшим нас московским астрономом Дмитрием Николаевичем Пономаревым (1931–1998).



Раздел "Исследования и находки" открывает статья И.М. Адуло о первой астрономической экспедиции Петербургской Академии Наук. Интересна работа об одном хорошо сохранившемся в центре Ташкента астрономическом инструменте раннего Средневековья.

Две статьи повествуют об истории неудачных теорий и гипотез. Первая, Ю.В. Балашова, — о концепции стационарной Вселенной. Эта гипотеза активно обсуждалась в 50-е гг., но после открытия реликтового излучения была отвергнута. В статье И.И. Паши "Судьба галактических теорий Джеймса Джинса и Бертила Линдблада" подробно рассмотрены неудачные теории, которые создавались для объяснения спирального облика галактик.

Одно из вошедших в сборник исследований посвящено открытию и объяснению астрономической аберрации (Земля и Вселенная, 1992, № 1). Автор ее, Б.Н. Гиммельфарб, подробно описывает различные аспекты изучения и выяснения природы этого явления, причем физическая основа исследования доведена до релятивистского абберационного смещения. Интересны и общекультурологические размышления автора о сохранении термина "абберация".

Увлекательна статья Г.Е. Куртика о созвездиях древней Месопотамии. В ней рассмотрено развитие представлений об этих созвездиях как о целостной структуре. Статья содержит немало новых гипотез, разработанных положений и прочтений. Автор показал, что в Месопотамии созвездия разбивали на группы, имевшие религиозное и мифологическое содержание, и отметил важную роль триады божеств Энлиля, Ану и Эйи, стоящих во главе всего мира и делящих звездное небо на три зоны. Но автор признает, что это подразделение "не оставило следов в античной астрономии".

На конференции 1997 г., материалы которой составили вторую часть сборника, было заслушано около 20 докладов по разным разделам истории астрономии в Москве: литература и образование в прошлые века и в настоящее время, астрономические обсерватории и инсти-

туты, планетарий, астрономические общества и кружки. Методологический тон задавала А.И. Еремеева в фундаментальной работе "Астрономические интересы, литература и образование в истории Москвы до середины XVIII в.". Эту многоплановую статью полезно прочитать всем, кто интересуется историей России и пытается понять то, что традиционно называется "загадочной русской душой". К сожалению, автор, описывая эпоху Петра, пренебрегла таким замечательным материалом, как многотомное творение И.И. Голикова "Деяния Петра Великого", содержащее много "живых" записей (2-е издание в 8 томах выпущено в 1837–1843 гг.).

Много нового содержится в докладах по истории обсерваторий Московского университета, о Московском планетарии и юношеских астрономических объединениях. Интересны небольшие, но емкие информационно (и с исторической, и с астрономической точки зрения) сообщения о деятельности Комитета по метеоритам, ГАИШ, ИИЕТ, загородных обсерваторий ГАИШ и ИНАСАН.

Особо стоит упомянуть работу Р.Л. Сороченко о развитии радиоастрономии в России. Основываясь на воспоминаниях участников экспедиции на теплоходе "Грибоедов" для наблюдений солнечного затмения в Бразилии, автор рассказал о зарождении в России экспериментальной радиоастрономии. Вторая часть статьи посвящена истории открытия реликтового излучения.

Нам совершенно ясно, что ИАИ как научно-популярное издание продолжает жить и не утратило своего значения в развитии астрономических знаний, сохранив в нынешней ситуации, тяжелой для любой интеллектуальной деятельности, высокое качество публикаций. Остается пожелать ему выходить почаще, ведь сколько еще неопубликованных статей ждут очереди.

А.М. МИКИША,
кандидат технических наук,
Е.С. НОВИКОВА,
аспирантка
Институт астрономии РАН

А. Леушканов из г. Вологда прислал в редакцию нашего журнала письмо, в котором указывает на одну, по его мнению, неточность. "В № 3 за 1997 г. были опубликованы статьи В.А. Бронштэна и Ю.Н. Ефремова с критикой гипотезы математика А.Т. Фоменко и его т.н. "новой хронологии". <...> В статье "Великий перебор" В.А. Бронштэн пишет, что Николай Морозов, русский ученый и революционер, якобы утверждал, что "Альмагест" написан в XII в. Однако сам Морозов утверждает, что "Альмагест" написан в XVI в., а его автором, а отнюдь не переводчиком, является Георгий Трапезундский. <...> Морозов делает вывод, что "Альмагест" впервые появился в 1537–38 гг., и это не перевод, а оригинал, сфальсифицированный Георгием Трапезундским. Хотелось бы получить аргументированный ответ на точку зрения Морозова."

По просьбе редакции В.А. Бронштэн ответил читателю следующее:

"Обращаю Ваше внимание на две моих статьи, опубликованные в "Вопросах истории" (ВИ): В.А. Бронштэн. Георгий Трапезундский. ВИ, 1995, № 9, с. 173–174; В.А. Бронштэн. Н.А. Морозов – предтеча творцов "Новой хронологии". ВИ, 1998, № 6, с. 168–173.

А теперь коротко о существе поднятых Вами вопросов. Сначала о Георгии Трапезундском. История его жизни и перевода "Альмагеста" известна досконально. Он родился в г. Кандии (Крит) в 1396 г. (Из Трапезунда был родом его отец, грек по национальности.) В 1430 г. переехал в Рим, где читал лекции по философии и риторике и служил секретарем у римских пап Евгения IV и Николая V. Николай V, широко образованный человек, принял решение перевести на латинский язык ряд сочинений античных ученых. Перевод "Альмагеста" папа поручил Георгию. Тот работал над переводом с марта по декабрь 1451 г., причем он добавил к тексту Птолемея еще и комментарий. Вскоре, однако, выяснилось, что этот комментарий он списал у Теона Александрийского (IV в.), ни разу не сославшись на него. Разоблачение стоило Георгию должности, он был вынужден покинуть Рим и уехать в Неаполь. Но потом, прощенный папой Пием II, вернулся в Рим.

Современники весьма низко оценили перевод Георгия. Архиепископ Никколо Перротто назвал его "не латинским, а скорее варварским и содержащим ошибки". Кардинал Иоанн Виссарион, убедившись в низком качестве перевода, пригласил в Рим астронома Иоганна Мюллера, более известного под именем

Региомонтана. Ознакомившись с переводом Георгия, он назвал его "тяжелым и неприятным, так что, если бы Птолемей вдруг ожил, он не узнал бы самого себя". Региомонтан написал специальное сочинение "Защита Теона против Трапезундского", в котором уличил Георгия в плагиате. Этим он заслужил глубокую ненависть самого Георгия и его сыновей. И когда в 1476 г. 40-летний Региомонтан вдруг умер в Риме, возникли слухи, что его отравили Георгий или его сыновья. Региомонтану удалось перевести 6 книг "Альмагеста" из 13. Его перевод увидел свет в 1496 г. в Венеции.

Перевод Георгия был издан только в 1528 г. Лукой Гауриком, затем переиздан в 1541 г. и в 1551 г. Сам Георгий умер в 1484 г. в Риме. Он переводил не только "Альмагест", но и другие сочинения Птолемея, а также Платона, Аристотеля и иных античных авторов.

Таким образом, факты свидетельствуют: версия Н.А. Морозова о том, что Георгий Трапезундский был чуть ли не автором "Альмагеста", не выдерживает критики. Он был переводчиком, притом весьма плохим.

Что касается времени, к которому Н.А. Морозов относил создание "Альмагеста", то в разных местах он указывает и XII, и XIV, и XVI века."

Мемуары конструктора и космонавта

Недавно выпущены воспоминания одного из создателей космической техники, испытывавшего ее в космическом полете на КК “Восход”, – доктора технических наук К.П. Феоктистова (“Траектория жизни. Между вчера и завтра”, М., “Вагриус”, 2000). В книге отражены анализ развития космонавтики (прежде всего пилотируемой), которой автор отдал более 30 лет, искания и раздумья о ее перспективах.

Одиннадцать глав книги – это история становления ракетно-космической техники в



нашей стране. В первой автор вспоминает основные факты из своей жизни. Во второй рассказывается о создании межконтинентальной баллистической ракеты Р-7. Третья – повествует о людях, с которыми довелось работать автору. Основное внимание он уделил встре-

чам с С.П. Королёвым. Следующие четыре главы – о проектировании и испытании кораблей “Восток”, “Восход” и “Союз”, первых пилотируемых станций “Салют” и полетах на них экипажей. В главе “Ракета как самолет” оценивается эффективность одноразовых носителей и необходимость использования кораблей типа “Спейс Шаттл”. Далее автор вспоминает встречи с американскими учеными и конструкторами ракетной техники во время поездки в США, а также пишет о том, что дала промышленности лунная программа “Аполлон”. В заключительных главах анализируются проблемы пилотируемой космонавтики. К.П. Феоктистов подвергает сомнению целесообразность длительных космических полетов, в частности эффективность марсианской экспедиции. Книга иллюстрирована фотографиями из архива автора.

Информация

Металлы в протогалактиках

Астрономы Европейской Южной Обсерватории (ЕЮО) на горе Параналь в Чили получили спектр далекого квазара с помощью спектрографа УВЭС (UVES – Ultraviolet-Visual Echelle Spectrograph), установленного на втором 8.2-м зеркале “Кьюен” Очень Большого Телескопа (ОБТ).

Некоторые системы линий поглощения в спектрах квазаров возникают в облаках межгалактического газа с очень высокой плотностью. Большая

часть нейтрального газа на космологических расстояниях собрана в таких облаках. Полагают, что именно из них возникает галактики.

С помощью УВЭС получен спектр квазара с $z = 4.1$, на пути от которого находится протогалактика с одним из самых больших известных красных смещений $z = 3.3901$. Ее уже наблюдали на 4-м телескопах и 10-м телескопе им. Кека, но УВЭС дал новую уникальную информацию. Число атомов водорода в колонке диаметром 1 см^2 на пути от объекта к наблюдателю оказалось очень высоким, оно превысило $2.6 \times 10^{21} \text{ см}^{-2}$. Впервые обнаружена линия ионизованного цинка. Выяснилось, что его удельное содержание в 115 раз меньше, чем в веществе Солнца. Срав-

нение с менее удаленными протогалактиками показало, что обилие металлов в них падает с увеличением красного смещения. Сходство содержания цинка с содержанием железа и хрома (отражающих и поглощающих свет элементов) показывает, что межзвездная пыль еще не появилась в данной протогалактике.

Впервые измерено содержание кислорода в протогалактике, его оказалось в 70 раз меньше, чем в веществе Солнца. Соотношение его содержания с обилием элементов группы железа указывает, что внутри протогалактики еще не было этапа бурного звездообразования, этот процесс идет в ней медленно или эпизодически.

ESO Press Release 08/00

Проект европейской марсианской станции

После неудачного запуска в ноябре 1996 г. российской АМС "Марс-8" по международной программе "Марс-96", в которой принимали участие и западноевропейские ученые, Европейское космическое агентство (ESA) решило выполнить некоторые ее эксперименты. Вскоре специалисты ESA разработали проект "Mars Express" ("Марс Экспресс"). Это третий планетный проект ESA после "Giotto" и "Huygens" (Земля и Вселенная, 1986, № 4; 1992, № 6; 1993, № 4; 1994, № 2; 1995, № 5; 1998, №№ 1 и 3).

В начале 2000 г. Европейский центр космических технологий ESTEC (Нордвейк, Нидерланды) начал работать над созданием марсианской станции, а в августе 2000 г. на заводе компании Astrium SAS (Тулуза, Франция) завершено изготовление стенда и оборудования для испытаний АМС. До конца 2001 г. предполагается отработать на стенде научное оборудование и служебные системы космического аппарата. Параллельно будут собираться корпус и двигательная установка АМС, затем испытанные блоки установят на летный образец. В начале 2003 г. пройдут заключительные испытания перед отправкой на космодром. Запуск аппарата "Mars Express" российской РН "Союз" с разгонным блоком "Фрегат" с космодрома Байконур намечен на 1 июня 2003 г.

Габариты АМС "Mars Express" $1.5 \times 1.8 \times 1.4$ м, стартовая масса 1070 кг, из них конструкция аппарата весит 439 кг, а топливо – 427 кг. Марсианская станция состоит из орбитального отсека и посадочного аппарата. Орбитальный отсек снабжен двумя панелями солнечных батарей площадью 11.42 м^2 и мощностью 650 Вт, приемом-передающей антенной диаметром 1.4 м и пропускной способностью 230 кбит/с, бортовым компьютером с объемом памяти 12 Гбит. Исследование Марса с орбитального отсека предполагается выполнять вблизи перигентра орбиты, данные будут записывать запоминающее устройство, а во время остальной части витка аппарат предаст их на приемную станцию ESA в Перте (Австралия). Связь с АМС поддерживает сеть станций слежения с центром управления в Дармштадте (Германия). К корпусу станции прикреплен посадочный аппарат "Beagle-2" (гончая) массой 60 кг английского производства. Назван в честь корабля, на котором Ч. Дарвин в 1831–36 гг. совершил кругосветное плавание. В экспедиции знаменитый ученый собрал материал по флоре и фауне мира, на основе которого впоследствии разработал теорию происхождения видов. "Beagle-2" должен собрать материал для понимания водно-минеральной эволюции Марса.

"Mars Express" оснащается 7 научными приборами для исследования атмосферы и поверхности планеты. Намечено выполнить эксперименты в области метеорологии, атмосферной циркуляции, климата, геологии, геохимии и экзобиологии. На орбитальном отсеке устанавливаются три фотокамеры для детальной и стерео-

съемки, атмосферный фурье-спектрометр и радиолокатор по исследованию геологических структур поверхности. Посадочный аппарат снабжен панорамной камерой, небольшим манипулятором для сбора пород и камней, микроскопом по изучению минеральной структуры грунта, выявлению органических веществ и воды.

Согласно графику полета, 26 декабря 2003 г. "Mars Express" выйдет на орбиту Марса высотой 250×11583 км и периодом обращения 6.7 ч, где останется на два марсианских года (более 1300 сут). После коррекции и снижения высоты орбиты аппарат проведет исследование планеты в течение 440 сут. От него должен отделиться посадочный аппарат, который совершит парашютный спуск на поверхность Марса. По снимкам, переданным за три года работы на марсианской орбите "Mars Global Surveyor" (Земля и Вселенная, 1997, № 4; 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4), выбрали ровный участок поверхности на равнине Исида (5–20° с.ш.) как наиболее благоприятное место для посадки аппарата "Beagle-2". Сразу после посадки раскроются три лепестка панелей солнечных батарей круглой формы системы энергоснабжения (солнечная батарея установлена также на центральной части аппарата), а четвертый лепесток с приборным оборудованием и манипулятором выполнит серию исследований атмосферы и пород. "Beagle-2" рассчитан на работу в течение 180 сут.

В проекте "Mars Express" участвуют ученые из 15 стран-участниц ESA, а также из России и США. Реализация программы оценивается в 150 млн. долларов.

По материалам ESA

Углерод в метеоритах

Небольшая книга Г.П. Вдовыкина "Проблемы астрофизики в свете результатов исследований метеоритных форм углерода" насыщена информацией. Автор определил свой труд как "экспертный обзор результатов исследования метеоритных форм углерода". Для этого ему пришлось изучить все работы по данной теме, "проведенные в последние годы в различных лабораториях мира".

До начала целенаправленных поисков метеоритов в мире было около 2400 экземпляров "небесных камней". А за последние 30 лет в Антарктиде подобрано свыше 15000 метеоритов, еще около 2000 собрано в пустынях.

Изучение метеоритов имеет важное научное значение, ведь в них сохранились в целостности зерна вещества, когда-то входившего в состав протосолнечного межзвездного облака. Автор уделяет особое внимание проблемам астрохимических преобразований соединений в межзвездной среде и ранней Солнечной системе. При анализе более поздних стадий рассмотрена трансформация вещества астероидов при их соударениях в космосе и преобразование вещества метеоритов и земных пород при падении метеоритов. Один из разделов называется "Ударный метаморфизм как фундаментальный процесс в космосе". Не забыты и экологические последствия ударов астероидов о поверхность Земли.

Много внимания уделено изучению алмазов, встречающихся в метеоритах, и их происхождению. Особый интерес представляет проблема органических соединений в космосе, недаром углеродным соединениям посвящено так много работ. Рассматривается вопрос

о "переносе микроорганизмов в космическом пространстве и их поступлении на Землю".

"Марсианское" происхождение метеоритов доказывает анализ пузырьков воздуха в их стеклах, идентичного по составу атмосфере Марса. Некоторые образования внутри марсианского метеорита ALH 84001, покинувшего Марс 15 млн. лет назад и упавшего 13000 лет назад в Антарктиде, напоминают окаменевшие примитивные микроорганизмы. Природа их обсуждается в настоящее время (Земля и Вселенная, 1997, № 1).

Можно считать доказанным, что образование органических соединений – распространенное явление во Вселенной. Этот процесс шел еще в досолнечном межзвездном облаке, и уже в то время проявилась асимметрия органических молекул с преобладанием левой или правой формы изомерии.

Книга может служить справочным пособием при изучении проблем космогонии, метеоритики, эволюционной биохимии.

Информация

Спектры отдельных звезд в других галактиках

Астрономы Европейской Южной Обсерватории (ЕЮО, гора Параналь в Чили) получили спектры отдельных звезд в других галактиках с помощью спектрографа УВЭС (UVES – Ultraviolet-Visual Echelle Spectrograph), установленного на втором 8.2-м зеркале "Кьюен" Очень Большого Телескопа (ОБТ).

Измерение содержания химических элементов в галакти-

ках Местной группы дает информацию об истории звездообразования в них. Прежние данные, основанные на фотометрии и колориметрии, свидетельствовали, что химическая эволюция там шла по-иному, чем в нашей Галактике. Но утверждать это определенно не было возможности, т.к. отсутствовало детальное сравнение хорошо изученных звезд Галактики со звездами в соседних галактиках. Прямые спектральные измерения этих звезд невозможно осуществить со "скромными" 4-м телескопами. Только спектры с высоким разрешением, полученные на УВЭС, дали информацию об относительном содержании химических элементов в звездах, и сделать вывод о том, как шел

процесс нуклеосинтеза на разных этапах жизни галактик.

Спектры получены для пяти звезд в трех галактиках местной группы. Для двух звезд в карликовой галактике Стрельца определено содержание 20 элементов. Более ранние данные указывали на очень низкое содержание тяжелых элементов (металличность) этих звезд, но она оказалась только в два раза ниже солнечной. (Напомним, что термин "металличность" распространяется на все элементы, кроме водорода и гелия.) Вероятно, в карликовых галактиках процесс нуклеосинтеза шел гораздо активнее, чем предполагалось.

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ																																			
	70336 (ИНДЕКС ИЗДАНИЯ)																																			
	на реестру журнал																																			
	Земля и Вселенная																																			
	(наименование издания)																																			
	Количество комплектов																																			
	на _____ год по месяцам:																																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> </table>												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																								
Куда _____ (почтовый индекс) (адрес)																																				
Кому _____ (фамилия, имя, отчество)																																				
ДОСТАВочная КАРТОЧКА																																				
70336 (ИНДЕКС ИЗДАНИЯ)																																				
на реестру журнал																																				
Земля и Вселенная																																				
(наименование издания)																																				
на _____ год по месяцам:																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> </table>												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																									
Куда _____ (адрес)																																				
Кому _____ (фамилия и, имя и отчество)																																				

Заведующая редакцией Г.В. Матросова. Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин.
Зав. отделом астрономии В.А. Юревич. Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин.

Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина.

Литературный редактор О.Н. Фролова.

Мл. редактор Л.В. Рябцева

Корректор Н.Г. Акищева

Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 13.03.2001 Подписано в печать 15.05.2001. Формат бумаги 70×100¹/₁₆

Офсетная печать Уч.-изд. л. 11.3 Усл.печ. л. 9.1 Усл.кр.-отт. 9.4 тыс. Бум. л. 3.5

Тираж 1015 экз. Заказ № 2086

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91

Учредители: Президиум РАН,

Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН,

Академиздатцентр "Наука"

Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 119991 Москва, Мароковский пер., 26

Телефоны: 238-42-32, 238-29-66

Отпечатано в ППП "Типография Наука"

121099 Москва, Шубинский пер., 6

